**12/80**

30. Jahrgang
Dezember 1980
S. 397–432
Verlagspostamt
Berlin
Heftpreis 3,–M



VEB VERLAG
FÜR BAUWESEN
BERLIN

ISSN 0043-0986





## Neuerungen

Folgende Exponate waren auf der XXIII. ZMMM zu sehen:

**Druckausgleichspirale für Druck-Zeit-Steueranlagen**

Reg.-Nr.: NV 10/6/43/78
*Neuerer:* Leiter des Jugendneuererkollektivs
Manfred Böttner
*Funktionsbeschreibung:*
Die Neuerung dient zum ruhigen Messen und Steuern der druckstoßabhängigen Wassersäule in Wasserförderungsanlagen der VEB WAB sowie denen anderer Industriebetriebe. Durch den Einbau der Druckausgleichspirale wird, wie in ähnlicher Form in den Dampfkesselanlagen bereits bewährt, ein Teil der Druckstöße in der wasserwirtschaftlichen Anlage gedämpft. Ein zusätzlich notwendiger Dämpfungseffekt wird erreicht, indem
- ein Luftpolster geschaffen und
- ein geänderter Muffenschieber feingeregelt wird.

*Vorteile:* Die Nutzung der vorliegenden Lösung in Wasserförderungsanlagen erhöht deren Betriebssicherheit, verringert die Störanfälligkeit der Steueranlagen und führt zu einer Materialeinsparung.
*Nutzen:* Einsparung von 19 PAh und 600 Mark Senkung der Kosten/Anlage
*Angebotene Leistung:* Technische Dokumentation
*Ursprungsbetrieb:* VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung,
6500 Gera, Gaswerkstr. 10, Tel.: 2 29 72.

**Container-Aufbereitung**

Reg.-Nr.: NV 01/34/79
*Funktionsbeschreibung:*
Die mobile Anlage mit einer Kapazität von 40 m³/h ist sowohl als Einstufenwasserwerk als auch in Verbindung mit der Containerstation als Zweistufenwasserwerk einsetzbar. Kurzfristiger Einsatz der Anlage ist innerhalb eines Tages bei Rekonstruktionsmaßnahmen, Havarien und als Übergangslösung in neuen Versorgungsgebieten möglich.
*Vorteile:* Beitrag zur Sicherung einer stabilen Trinkwasserversorgung.
*Nutzen:*
- Senkung der betrieblichen Kosten für Fremdleistungen
- Sicherung einer stabilen Versorgung
- Verbesserung der ALB.

*Angebotene Leistung:* Technische Dokumentation
*Ursprungsbetrieb:* VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung,
2500 Rostock, Carl-Hopp-Str. 1, Tel.: 86 20.

**Kompaktsiebkesselpumpwerk (KSKP)**
Reg.:Nr. NV 36/21/78/II/2
*Neuerer:* Leiter des Jugendneuererkollektivs Helmut Schubert
*Funktionsbeschreibung:*
Die Neuerung dient zur Förderung von häuslichem Abwasser aus Wohngebieten und Betrieben, wobei der Transport der Fest- und Schwimmstoffe durch die Förderpumpen verhindert wird. Als Ersatz für die früher verwendeten Söffelpumpen werden nunmehr KRDH-Abwasserpumpen eingesetzt, wobei der Förderbereich auf $Q$ = 50 m³/l und $H$ bis 55 m erweitert wurde. Darüber hinaus werden Varianten für die Aufstellung im Schacht oder im Gebäude entwickelt, so daß auch das Siebkesselpumpwerk Typ 2 durch die neue Lösung ersetzt werden kann.
*Vorteile:* Die verbesserte Pumpwerkslösung erhöht wesentlich die Betriebs- und Funktionssicherheit der Anlage und entspricht der qualitätsgerechten Bedarfsdeckung für kleinere Abwasserpumpwerke in Wohngebieten und Betrieben.
*Nutzen:* 37 200 Mark Einsparung an Investitionsmitteln je Anwendung.
*Angebotene Leistung:* Technische Dokumentation bzw. Angebotsprojekt.
*Ursprungsbetrieb:* VEB Projektierung Wasserwirtschaft, Betriebsteil Cottbus, Abt. Abwasser,
7500 Cottbus, Bachstr. 12

**Übungsgerät zur Herstellung von Rohrleitungen und Rohrverbindungen**
Reg.-Nr.: NV 08-83/80
*Neuerer:* Lehrlingskollektiv
Klaus-Dieter Vocke
*Funktionsbeschreibung:*
Die Vorrichtung stellt ein Übungsmodell dar, das durch den Einsatz einer Kreiselpumpe die gefertigten Rohrverbindungen unter Wasserdruck prüft. Im Rahmen der Berufsausbildung Instandhaltungsmechaniker können die wichtigsten Teile für die Rohrinstandhaltung, wie Fittings, Absperrorgane, Wassermeßgerät, Rohrbruchbeseitigung, kennengelernt, fachgerecht eingebaut und druckgeprüft werden.
*Vorteile:* Verbesserung der praktischen Berufsausbildung, bessere und schnellere Erlernung der Fertigkeiten und damit verbunden ein effektiver Einsatz von Lehrlingen und Jungfacharbeitern in der Praxis.
*Angebotene Leistung:* Das Gerät kann für die zentralen Berufsausbildungsstätten der Wasserwirtschaft produziert und geliefert werden.
*Ursprungsbetrieb:* VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung,
4020 Halle (Saale), Thälmannplatz 2, Tel.: 87 30.

**Profilprobenschöpfer für Wasserproben**

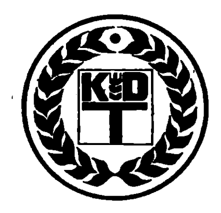
Reg.-Nr. NVe/16/4/80
*Neuerer:* Leiter des Jugendneuererkollektivs Hans Joachim Wesemann
*Funktionsbeschreibung:*
Die Neuerung ist vorrangig einsetzbar für die Überwachung der Wasserbeschaffenheit in Speichern und Talsperren sowie zur Entnahme von Mischproben zur Feststellung der Beschaffenheitsmittelwerte im Epilimnion. Die Vorrichtung besteht aus einem Unterteil mit Verschlußmechanismus, einem daran befestigten Schlauch zur ständigen Entnahme der Wasserproben während des Eintauchens und einem Entlüftungshahn. Der Verschlußmechanismus wird durch ein Fallgewicht betätigt.
*Vorteile:* Die Vorzüge des Gerätes erleichtern die Untersuchungshäufigkeit besonders für die obere Wasserschicht bei minimalem Aufwand und decken so einen großen Informationsbedarf ohne zusätzlichen Arbeitskräfteaufwand.
*Nutzen:* 14 200 Mark betrieblicher Nutzen/a.
*Angebotene Leistung:* Technische Dokumentation.
*Ursprungsbetrieb:* VEB Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz,
7290 Torgau, Naundorfer Str. 46.

**Einheitlicher Reparaturschalter zur Betätigung zentral gesteuerter elektromotorischer Antriebe vor Ort**

Reg.-Nr. NVe 36/54/79/I/19
*Neuerer:* Leiter des Jugendneuererkollektivs Bernd Troster
*Funktionsbeschreibung:*
Zur Komplettierung des Steuersystems wurde ein einheitlicher Reparaturschalter zur Vor-Ort-Steuerung für elektromotorische Antriebe entwickelt. Dieser ist nach einheitlichen Konstruktionsprinzipien aufgebaut und gewährleistet die Vor-Ort-Steuerung von zentralgesteuerten Ein- und Zweirichtungsantrieben sowie Antrieben mit zwei Drehzahlen bei Reparatur- und Probebetrieb, wobei die Steuerung der Antriebe durch Dauer- oder Momentkontaktgabe erfolgen kann.
*Vorteile:* Der Reparaturschalter ist in der Ebene eines für wasserwirtschaftliche Hauptprozesse aufzubauenden modernen modularen Steuersystems in hierarchischer Struktur einheitlich anwendbar. Er arbeitet mit den übergeordneten Automatisierungsebenen zusammen, ist aber auch ohne diese funktionsfähig.
*Betrieblicher Nutzen:* 120 000 Mark/a.
*Angebotene Leistung:* Technische Dokumentation bzw. zentrale Produktion.
*Ursprungsbetrieb:* VEB Projektierung Wasserwirtschaft,
4020 Halle (Saale), Thälmannplatz 2, Tel.: 87 33 24.

**Elektronische Steuerung für Spezialkraftfahrzeug W 50 L/SKH und W 50 L/HDS**
Reg.-Nr.: NV 1/61/80
*Neuerer:* Leiter des Jugendneuererkollektivs Angelika Appel
*Funktionsbeschreibung:*
Die bisherige äußerst störanfällige Schaltung auf elektromechanischer Grundlage wird durch vollelektronische Steuerung ersetzt. Die Anwendung der elektronischen Steuerung ist durch Nachrüstung in allen Spezialkraftfahrzeugen vom Typ W 50 L/SKH und W 50 L/HDS möglich.
*Vorteile:* Die elektronische Steuerung ist gegenüber der elektromechanischen betriebssicherer, d. h., Einflüsse durch Witterung, Temperatur und mechanische Einwirkungen sind weitestgehend ausgeschlossen, somit ergibt sich ein höherer Gebrauchswert. Reparatur- und Instandhaltungskosten verringern sich beachtlich.
*Nutzen:* Erhöhung der Betriebsleistung um etwa 250 000 Mark/a in den Betrieben der Wasserwirtschaft.
*Angebotene Leistung:* Technische Dokumentation bzw. zentrale Produktion.
*Ursprungsbetrieb:* VEB Wassertechnik,
1113 Berlin, Berliner Str. 46—49.

Ausgezeichnet mit der
Ehrenplakette der KDT in Silber




# Wasserwirtschaft · Wassertechnik wwt

„Wasserwirtschaft — Wassertechnik"
Wissenschaftliche Zeitschrift für Technik und Ökonomik der Wasserwirtschaft

Herausgeber:
Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft
Kammer der Technik (FV Wasser)

ISSN 0043-0986

30. Jahrgang (1980)
Berlin, Dezember 1980

Heft 12

Verlag:
VEB Verlag für Bauwesen, Berlin
Verlagsleiter:
Dipl.-Ök. Siegfried Seeliger
Redaktion:
Agr.-Ing., Journ. Helga Hammer, Verantwortliche Redakteurin
Inge Thormeyer, Redakteurin
Carolyn Sauer, Sachbearbeiterin
Gestaltung: Franz Becher
Artikelnummer 29 932
Anschrift des Verlages und der Redaktion:
1080 Berlin, Französische Straße 13/14
Sitz der Redaktion:
1080 Berlin, Hausvogteiplatz 12
Fernsprecher: 2 08 05 80 / 2 07 64 42
Telegrammadresse:
Bauwesenverlag Berlin
Telexanschluß: 112229 Trave



## INHALT



Titel: Wasserwerk Berlin-Friedrichshagen — Blick in ein historisches Maschinenhaus (siehe auch 3. US)
Foto: U. Wüst

## СОДЕРЖАНИЕ

WWT 12 (1980)



## CONTENTS

WWT 12 (1980)



## CONTENU

WWT 12 (1980)




**Bezugsbedingungen: „Wasserwirtschaft – Wassertechnik" (WWT) erscheint monatlich. Der Heftpreis beträgt 3,– M; Bezugspreis vierteljährlich 9,– M.**

**Die Auslandspreise sind den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes Buchexport zu entnehmen.**

**Bestellungen nehmen entgegen**

**für Bezieher in der Deutschen Demokratischen Republik:**

**Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der VEB Verlag für Bauwesen, Berlin**

**für Buchhandlungen im Ausland:**

**Buchexport, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der DDR – DDR - 7010 Leipzig, Leninstraße 16**

**für Endbezieher im Ausland:**

**Internationale Buchhandlungen in den jeweiligen Ländern bzw. Zentralantiquariat der DDR, DDR - 7010 Leipzig, Talstraße 29.**

**Alleinige Anzeigenverwaltung: DEWAG Berlin, Hauptstadt der DDR, 1020 Berlin, Rosenthaler Straße 28–31 (Fernruf: 2 70 33 42), sowie alle DEWAG-Betriebe und deren Zweigstellen in den Bezirken der DDR.**

**Die Preise richten sich nach der PAO 286/1.**

**Erfüllungsort und Gerichtsstand: Berlin-Mitte**

**Satz und Druck:**

**(204) Druckkombinat Berlin, 1080 Berlin, Reinhold-Huhn-Straße 18–25**

**Printed in G.D.R.**

**Veröffentlicht unter der Lizenznummer 1138 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik**

wwt

Tagungen

# 27. Tagung der Leiter der Wasserwirtschaftsorgane der Mitgliedsländer des RGW

Die 27. Tagung der Leiter der Wasserwirtschaftsorgane der Mitgliedsländer des RGW (TLWO) fand im September 1980 in der Ungarischen Volksrepublik statt. Daran nahmen die Leiter der Wasserwirtschaftsorgane der VRB, der UVR, der SRV, der DDR, der Republik Kuba, der MVR, der VRP, der SRR, der UdSSR und der ČSSR sowie entsprechend der Vereinbarung zwischen dem RGW und der Regierung der SFRJ auch Vertreter des jugoslawischen Wasserwirtschaftsorgans teil.

Als Gäste der Beratung nahmen ferner teil: Vertreter der Donaukommission, der Europäischen Wirtschaftskommission der UNO (ECE) sowie der Kommission für Hydrologie der Weltorganisation für Meteorologie (WMO).

Die Delegation der DDR wurde vom Stellvertreter des Vorsitzenden des Ministerrates und Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, Dr. *Hans Reichelt,* geleitet.

Der hohe Rang der Tagung wurde durch Ansprachen des Stellvertreters des Vorsitzenden des Ministerrates der UVR, Gen. *J. Borbandi* und des Stellvertreters des Sekretärs des Rates für Gegenseitige Wirtschaftshilfe, Genossin *B. Kadar,* unterstrichen.

Im Mittelpunkt der Tagung stand die Beratung der weiteren Aufgaben auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft der Mitgliedsländer des RGW in den 80er Jahren, die sich aus den Ratstagungen und den Beschlüssen des Exekutivkomitees ergeben. Besondere Beachtung hat die Tagung dabei der weiteren Vervollkommnung der Zusammenarbeit und Durchführung der Maßnahmen zur Erfüllung des Komplexprogramms des RGW beigemessen.

In diesem Zusammenhang behandelte die Tagung folgende Schwerpunkte:

- Analyse wichtiger Ergebnisse der Zusammenarbeit im Zeitraum bis 1980
- Arbeitspläne der weiteren wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit im Zeitraum bis 1985
- Maßnahmen zur Unterstützung der beschleunigten Entwicklung der Wasserwirtschaft in der Sozialistischen Republik Vietnam und in der Republik Kuba
- Maßnahmen zur weiteren Vervollkommnung der Zusammenarbeit der Mitgliedsländer des RGW auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft.

Die Tagung hat eingeschätzt, daß durch die bisherige wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit eine Reihe wichtiger Ergebnisse erzielt worden ist. Das betrifft

- die Erarbeitung von Methoden zur Erschließung und rationellen Nutzung der Wasserressourcen
- die Erarbeitung von Grundlagen und Belastungsgrenzwerten für den Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen
- die Vervollkommnung der Verfahren, Ausrüstungen und Geräte für die Abwasserbehandlung, von Ausrüstungen für die Wasserbehandlung
- die Typisierung von Anlagen und Ausrüstungen und Erarbeitung von RGW-Standards auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft.

Als Grundlage für die rationelle Nutzung der Wasserressourcen wurden u. a. eine Methode für die Erarbeitung wasserwirtschaftlicher Bilanzen, spezifischer Normen für den Wasserverbrauch in der Industrie und Landwirtschaft sowie Grundlagen für die Anwendung der Kreislaufführung des Wassers in der Industrie erarbeitet. In der DDR trugen diese Arbeiten dazu bei, daß die mit der Direktive des IX. Parteitages der SED gestellte Aufgabe zur Senkung des spezifischen Wasserbedarfs um 20 Prozent in der Industrie überboten wurde.

Auf dem Gebiet des Schutzes der Gewässer wurden u. a. in arbeitsteiligem Zusammenwirken der Mitgliedsländer neue „Einheitliche Methoden zur Untersuchung der Wasserbeschaffenheit" erarbeitet und in einer Handbuchreihe herausgegeben.

Desweiteren wurden vor allem die Auswirkungen der Chemisierung der Landwirtschaft umfassend untersucht und die daraus resultierenden Schlußfolgerungen für den Schutz der Gewässer zur Einarbeitung in einen Standard vorbereitet. Für wirksamere Schutzmaßnahmen der Oberflächengewässer wurden die bisherigen Kriterien für die Gewässerklassifizierung besonders unter Berücksichtigung der Nutzungsmöglichkeiten ergänzt, und ein RGW-Standard wurde vorbereitet.

Von besonderer Bedeutung für die Vertiefung der Zusammenarbeit der Mitgliedsländer sind die erreichten Ergebnisse bei der Typisierung von Apparaturen und Ausrüstungen für die Wasserwirtschaft sowie auf dem Gebiet der wasserwirtschaftlichen Standardisierung.

Im Ergebnis der unter Koordinierung der DDR durchgeführten Aufgabe zur Typisierung der Ausrüstungen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Aktualisierter Katalog der Ausrüstungen und Apparaturen für Wasserreinigungsanlagen
- Katalog für Kontroll- und Meßgeräte für Wasserreinigungsanlagen
- Nomenklatur der Ausrüstungen und Apparaturen für Wasserreinigungsanlagen
- Unifizierungsvorschläge für 14 Arten von Ausrüstungen.

Die Tagung unterstrich die besondere Bedeutung dieser Materialien für die Schaffung effektiver Abwasserreinigungstechnologien zum Schutz der Gewässer in den einzelnen Ländern sowie für die Arbeiten zur Vorbereitung einer Produktionsspezialisierung. Im Ergebnis der Arbeiten auf dem Gebiet der Standardisierung konnten bisher 13 RGW-Standards fertiggestellt werden. Mit diesen Standards wurden grundlegende Voraussetzungen für die weitere Erhöhung der Effektivität der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit 1981 bis 1985 geschaffen.

Die Tagung beschloß den Arbeitsplan für den Zeitraum 1981 bis 1985. Dieser ist in weiterer Durchführung des Komplexprogramms vor allem auf

- die Lösung von Schwerpunktproblemen der Planung, der Nutzung sowie der Überwachung und des Schutzes der Wasserressourcen zur Sicherung des Bedarfs der Volkswirtschaften mit Wasser bei geringstem Aufwand sowie
- die Entwicklung neuer Verfahren für die Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung

gerichtet.

Die Tagung behandelte ausführlich Maßnahmen zur Zusammenarbeit und Unterstützung der Republik Kuba und der Sozialistischen Republik Vietnam zur beschleunigten Entwicklung ihrer Wasserwirtschaft und faßte dazu Beschlüsse.

Im Verlauf der Tagung wurden die Delegationen eindrucksvoll über die Erfolge der Entwicklung der sozialistischen Wasserwirtschaft in der Ungarischen Volksrepublik, die in Durchführung der Beschlüsse der Ungarischen Vereinigten Arbeiterpartei erreicht worden sind, informiert. Hierüber wird die WWT in weiteren Beiträgen im einzelnen berichten.

Insgesamt hat die Tagung damit einen weiteren wichtigen Beitrag zur Entwicklung und Vertiefung der Zusammenarbeit der Mitgliedsländer des RGW auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft geleistet.

Die 28. Tagung der Leiter der Wasserwirtschaftsorgane der Mitgliedsländer des RGW wird im September 1981 in der DDR stattfinden.

*Machold/Wiese*

# Höhere Eigenproduktion von Ausrüstungen und Rationalisierungsmitteln




Dr. Gerhard HEILEMANN
VEB Kombinat Wassertechnik und Projektierung Wasserwirtschaft

Unser Kombinat besteht seit dem 1. Januar 1979. Aus der Zielstellung der Wasserwirtschaft, die Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft mit Trink- und Brauchwasser stabil und mit minimalem Aufwand zu versorgen, leiten sich die Anforderungen für unser Kombinat Wassertechnik und Projektierung Wasserwirtschaft ab. Als Aufgabe steht vor dem Kombinat, moderne Ausrüstungen und Rationalisierungsmittel auf effektive Weise für den Neubau zur Rekonstruktion und Instandhaltung wasserwirtschaftlicher Anlagen bereitzustellen. Im Rahmen der Hauptauftragnehmerschaft Industrie-Ausrüstungen entwickelt, projektiert und errichtet das Kombinat komplette funktionstüchtige Anlagen zur Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung. So muß unser Kombinat als materielle Basis für die Betriebe der Wasserwirtschaft in der planmäßigen Bereitstellung von hochproduktiven Ausrüstungen, Anlagen und zweigspezifischen Rationalisierungsmitteln den Anforderungen gerecht werden.

Entsprechend der oben genannten Zielstellung, die der IX. Parteitag der SED den Werktätigen der Wasserwirtschaft als Aufgabe gestellt hat, bestand eine der ersten Aufgaben unseres Kombinats darin, Grundlagen für die engere Bindung zwischen Wissenschaft und Produktion zu schaffen, um dadurch schneller Ergebnisse aus Wissenschaft und Technik in die Produktion überzuleiten. Diesen Schritt unternahmen wir zum Beispiel hinsichtlich der Verfahren, Ausrüstungen und Anlagen für die Trinkwasseraufbereitung und die kommunale Abwasserbehandlung sowie hinsichtlich ausgewählter Ausrüstungen für wasserbauliche Anlagen. So hielten wir es zugleich beim Bau zweigspezifischer Rationalisierungsmittel für die wasserwirtschaftlichen Hilfs- und Nebenprozesse.

Im engen Zusammenwirken zwischen dem Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, der Forschung, Projektierung, und Anwendung hat das Kombinat für die Erzeugnislinien Entwicklungskonzeptionen bis 1985 ausgearbeitet, ebenso Programme für die Vorlaufforschung bis 1990. Darin wurde der Beitrag des Kombinats zur Erhöhung der Effektivität in den VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung sowie in den Wasserwirtschaftsdirektionen festgelegt, und zwar auf den Gebieten Trinkwasseraufbereitung, kommunale Abwasserbehandlung, Automatisierungstechnik, Instandhaltung und Rekonstruktion der Rohrnetze sowie Instandhaltung der Gewässer und wasserbaulichen Anlagen.

### Höhere Anforderungen an die Reinigung

Ohne den verstärkten Eigenbau von Rationalisierungsmitteln können wir — darin bestärken uns die Erfahrungen auch anderer Kombinate — den wissenschaftlich-technischen Fortschritt nicht beschleunigen. Die Bedeutung der Produktion zweigspezifischer Rationalisierungsmittel zeigt sich besonders darin, daß die Beschäftigten in der Wasserwirtschaft die höchsten Grundfonds je Werktätigen unserer Volkswirtschaft betreuen. Dessen ungeachtet sind Instandhaltungsprobleme zu lösen und Arbeiten zu verrichten, die großer körperlicher Anstrengungen bedürfen, in den Abwasserbehandlungsanlagen sogar unter unhygienischen Bedingungen. Aus der verstärkten Mehrfachnutzung des Wassers ergeben sich indessen höhere Anforderungen an die Reinigung. Was das im einzelnen bedeutet, offenbaren zwei bekannte Größen. Die erste: Die Zahl der Arbeitskräfte bleibt annähernd gleich. Die zweite: Der Wasserverbrauch nimmt jährlich um fast vier Prozent zu.

Diese Erfordernisse bestimmen mit aller Konsequenz die Notwendigkeit, Wissenschaft und Technik als entwicklungsbestimmende Faktoren auch über den Eigenbau von Rationalisierungsmitteln wirksam zu nutzen. Dementsprechend werden zum Beispiel Hochleistungsverfahren entwickelt und die erforderlichen Ausrüstungen vor allem in Form von Bausteinen für Intensivierungsmaßnahmen produziert. Welchen Effektivitätsanstieg wir auf diesem Wege erreichen, zeigen Einsätze in ersten großtechnischen Grobaufbereitungs- und Filteranlagen: Die Durchsatzleistung erhöhte sich gegenüber den bisherigen Werten um das Doppelte.

In Zusammenarbeit mit der chemischen Industrie werden Tiefenreinigungsverfahren entwickelt. Sie dienen der Entfernung von Schadstoffen, die zum Beispiel infolge der zunehmenden Chemisierung der Landwirtschaft ins Wasser gelangen. Die Ausrüstungen für dieses Verfahren werden als Ergänzungsstufen für bestehende Anlagen entwickelt.

Mit Hilfe zweigspezifischer Rationalisierungsmittel wird der Mechanisierungs- und Instandhaltungsgrad der Anlagen erhöht, der Bedienungs- und Instandhaltungsaufwand gesenkt. Derartige Rationalisierungsmittel werden zunehmend zur Instandhaltung und Rekonstruktion der Netze für die Wasserverteilung und die Abwasserfortleitung — die mehr als die Hälfte des wasserwirtschaftlichen Grundfonds ausmachen — entwickelt und gebaut.

### Kapazitäten für spezialisierten Eigenbau genutzt

Mit der Bildung des Kombinats entstanden bessere Möglichkeiten, die Kapazitäten für die Entwicklung und Produktion von Rationalisierungsmitteln zu konzentrieren und zu erweitern. Abhängig vom technischen Niveau der zu bauenden Geräte und ihrer Losgröße, wird in Abstimmung mit den spezialisierten Leitbetrieben der Anwender entschieden, welche Rationalisierungsmittel im Anwenderbetrieb oder im Kombinat entwickelt und gefertigt werden. Für die Produktionsaufnahme bis 1985 sind mehr als 30 neue bzw. weiterentwickelte Geräte und Ausrüstungen konzipiert. Einzelne Betriebe des Kombinats werden mit ihrer ganzen Kapazität auf den Bau von Rationalisierungsmitteln ausgerichtet. Darüber hinaus wird geprüft, ob geeignete Geräte und Ausrüstungen aus anderen Wirtschaftszweigen übernommen oder in Kooperation mit ihnen gefertigt werden können. Gegenwärtig kommt es uns besonders darauf an, die Entwicklungszeit zu verkürzen; im Normalfall soll die Zeitspanne zwischen Beginn der Entwicklung und der Überleitung in die Produktion nicht länger als 30 Monate betragen. Dem dient auch die Bildung überbetrieblicher Entwicklungskollektive, die zu einer immer effektiveren Zusammenarbeit zwischen der Forschung, Projektierung, Produktion und den Anwendern beitragen.

Aus dem Ziel, die Effektivität in der Wasserwirtschaft rasch und nachhaltig zu steigern, erwächst dem Kombinat eine Fülle von Aufgaben. So wird in bestehenden und zu errichtenden Wasserwerken — auch in denen der Industrie — das Hochleistungsverfahren „Mehrschichtfiltration“ umfassend eingeführt; Werktätige aus allen Betrieben wurden bereits an der Versuchsanlage ausgebildet. Unser Kombinat sowie der VEB Wasseraufbereitungsanlagen Markkleeberg des Kombinats Kraftwerksanlagenbau übernehmen die Projektierung und die Produktion solcher Mehrschichtfilter. Der Einsatz von Röhrenpaketen zur Verbesserung des Abscheidungsgrades — die Intensivierungsbausteine werden im Kombinat gefertigt — erhöht die Durchsatzleistung von Grobaufbereitungsanlagen. Gleichzeitig ist uns sehr viel an Geräten und Verfahren zur Intensivierung der Abwasser- und Schlammbehandlung gelegen. Ähnlich steht es um die Entwicklung einer automatischen Meßstation zur Kontrolle und Steuerung von Wasserbehandlungsanlagen.

Eine weitere Aufgabe unseres Kombinats ist die Entwicklung der Saniertechnik für Wasserversorgungsleitungen. Seit 1976 wurden nach dem Zementmörtel-Auspreßverfahren rund 900 Kilometer Rohrnetze saniert. Ziel ist es, den Anwendungsumfang solcher Verfahren im Zeitraum von 1981 bis 1985 gegenüber diesem Fünfjahrplan zu verdoppeln. Zur Punkt- und Streckensanierung von Abwasserleitungen müssen ebenfalls Verfahren und Technik entwickelt werden.

**Vorteilhafte Mechanisierungsketten**

Trotz unterschiedlicher Spezifik der einzelnen Aggregate und des unterschiedlichen Rationalisierungsgewinns, den wir damit erreichen, wird der Nutzeffekt um so größer sein, je besser die Aggregate zusammen mit anderen Geräten in Mechanisierungsketten eingesetzt werden. Das bestätigt sich bei der Kanalreinigung; die dafür erforderliche Spezialtechnik — Hochdruckspülgeräte, Schlammsaugwagen und Kanalreinigungswinden — wurde von Betrieben der Wasserwirtschaft entwickelt. Und sie wird hier auch produziert. Ihr Einsatz wird, verbunden mit einer optimalen Technologie und Produktionsorganisation, bis 1982 durchgesetzt. Die jährliche Reinigungsleistung steigt auf diese Weise von gegenwärtig 11 000 auf 20 000 Kilometer.

Um Mechanisierungsketten und ihre Vervollkommnung geht es uns auch bei der mechanisierten Beseitigung von Rohrschäden. Das Ziel, die Arbeitsproduktivität hier um ein Fünftel anzuheben, bedingt eine Reihe technischer Entwicklungen. Dazu gehören zum Beispiel instandhaltungsspezifische Erdbaugeräte, so ein Erdstoffsaugfördergerät und ein Kleingrabegerät. Die Weiterentwicklung der Rohrtrenntechnik im Zusammenwirken mit den Bereichen der Energieversorgung und der Kraftwerke zählt ebenfalls hierzu.

Die Eigenproduktion von Rationalisierungsmitteln hat sich auch in der Wasserwirtschaft bewährt, um den erforderlichen Leistungsanstieg vor allem mittels Wissenschaft und Technik zu gewährleisten. Im Zeitraum des gegenwärtigen Fünfjahrplanes wird sie deshalb auf mindestens 150 Prozent erhöht. Neben den verstärkten Anstrengungen in den Betrieben unseres Kombinats werden wir dazu auch die Zusammenarbeit mit den Betrieben der gesamten Wasserwirtschaft und mit anderen Bereichen unserer Volkswirtschaft intensivieren.

# Baukonstruktive und bautechnologische Entwicklungen von Abwasserbehandlungsanlagen in der DDR

Dr.-Ing. Rudolf RANDOLF
Institut für Ingenieur- und Tiefbau
der Bauakademie der DDR

Die nachstehenden acht Vorträge wurden auf der wissenschaftlich-technischen Konferenz des IfW und des FZW gehalten.

Die Steigerung von Produktion und Arbeitsproduktivität im Bauwesen unter dem Gesichtspunkt einer sparsamen Material- und Energieverwendung ist ein vorrangiges Anliegen all derer, die Bauleistungen vorbereiten, in Auftrag geben oder ausführen. Die Anwendung neuer wissenschaftlich-technischer Erkenntnisse ist daher eine notwendige Voraussetzung für eine Senkung des geforderten Investitionsaufwands. Der Bau von Kläranlagen erfüllt Forderungen des Umweltschutzes und sichert über die Reinhaltung der Gewässer im Wasserkreislauf die Versorgung der Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft mit Trink- und Betriebswasser. Mit steigendem Abwasseranfall und höheren Anforderungen an den Wirkungsgrad der Abwasserbehandlung werden dem Bauwesen größere Aufgaben bei der Realisierung des Klärwerkbauprogramms der Wasserwirtschaft gestellt.
Diese anspruchsvollen Ziele sind zu erfüllen durch die

- verbindliche breitenwirksame Einführung von Erkenntnissen und Bestlösungen aus Wissenschaft und Technik
- Weiterentwicklung ausgewählter Konstruktionen und Technologien im Klärwerkbau sowie
- Sicherung des Forschungsvorlaufs.

Das Schwergewicht der Arbeit in den nächsten Jahren liegt in der Rationalisierung und Weiterentwicklung der Konstruktionen und Technologien, da wesentliche verfahrenstechnische Veränderungen auf der Grundlage neuer Wirkprinzipien, die neuartige konstruktive Lösungen erfordern, bis 1985 nicht zu erwarten sind.
Die Grundlage der seit einigen Jahren bei der Bauakademie der DDR im Institut für Ingenieur- und Tiefbau aufgenommenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für die Rationalisierung des Baus von Kläranlagen bildet die „Vereinbarung zur Erhöhung der Effektivität bei wasserwirtschaftlichen Baumaßnahmen" zwischen dem Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft und dem Ministerium für Bauwesen vom 15. Juli 1975.

Im einzelnen vollzieht sich der wissenschaftlich-technische Fortschritt beim Bau von Kläranlagen im Zeitraum bis 1985 wie folgt:

- Weiterentwicklung von Konstruktionen für Becken, Behälter, Gerinne unter Verwendung katalogisierter Stahlbetonfertigteile in Form der Mischbauweise
- durchgängige Rationalisierung der monolithischen Betonprozesse in den Tiefbaukombinaten für ihre Anwendung bei Klärbauwerken
- Weiterentwicklung der Schlitzwandbauweise zur rationellen Herstellung tiefbautypischer Anlagenteile auf Kläranlagen
- Entwicklung einer kompakten Kläranlage durch Blockbauweise von Vorklär-, Belüftungs- und Nachklärbecken im Rechteckgrundriß.
  In diese Lösung ist auch der Komplex der Schlammbehandlung mit einzubeziehen, wobei geschlossene Faulbehälter mit Gasgewinnung vorzusehen sind.

**Fertigteilbauweise für tiefbautypische Funktionsteile auf Kläranlagen (Becken, Behälter, Gerinne)**

Vom Institut für Ingenieur- und Tiefbau wurden bereits in den 60er Jahren Untersuchungen über die Möglichkeiten und Grenzen der Montagebauweise für Becken auf Kläranlagen angestellt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten stützen sich größtenteils auf Versuche, die an Experimentaleinrichtungen, aber auch in der Großanwendung durchgeführt wurden. Im Verlaufe dieser Arbeiten wurde umfangreiches Material über

- rechteckige Absetzbecken und Belebungsbecken in Monolith-, Vollmontage- und Teilmontagebauweise
- runde Absetzbecken in Monolith- und Teilmontagebauweise

gesammelt und ausgewertet.
Schon damals zeigte sich, daß eine Vollmontagebauweise für Rechteckbecken unter Verwendung von Spezialfertigteilen für Wände und Sohlen ökonomisch nicht günstig ist. Als effektiv wurde eine Mischbauweise aus einer sinnvollen Kombination von Monolithbeton und Fertigteilen vorgeschlagen.

Auch eine andere Erkenntnis aus damaliger Zeit ist interessant. Sie betrifft ein, wenn auch nicht unwichtiges, Detail bei der Fertigteilbauweise — die Fugenausbildung.
Dazu notwendige Untersuchungen wurden im Zeitraum 1978/1979 in der Kläranlage Lübz durchgeführt. Es wurden drei unterschiedliche Fugendichtungen unter Praxisbedingungen erprobt, darunter der Fugenschluß mit Beton im Stoß zwischen den Winkelstützwandelementen der Beckenwandung (IIT-Fuge).
Das Untersuchungsergebnis brachte Eindeutigkeit in folgenden Punkten:

1. Die vom Institut für Ingenieur- und Tiefbau vorgeschlagene Fugenlösung erfüllt die Forderungen der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Bauwesen entsprechend Vorschrift 77/79 Bl. 2 über die „Pro-

jektierung, Ausführung und Prüfung von Behältern aus Beton, Stahlbeton oder Spannbeton für Abwässer" vom 1. Januar 1980.

2. Die IIT-Fuge wird hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Einfachheit in Konstruktion und Herstellung von keiner anderen Lösung übertroffen.

In Übereinstimmung zwischen Wasserwirtschaft und Bauwesen konnte daher festgelegt werden, daß als Vorzugslösung ein Fugenschluß, mit Beton B 300 eingerüttelt, zwischen den auf 80 mm Abstand gestellten Stahlbetonelementen für Becken und Behälter auf Kläranlagen anzuwenden ist.

Eine der ersten Festlegungen in der Erzeugnisgruppe Kläranlagenbau war, daß die Konstruktionen für Becken, Behälter usw. in Fertigteilbauweise auf der Grundlage katalogisierter Winkelstützwandelelemente des Katalogs B 7409 PEU des Betonleichtbaukombinats projektmäßig zu bearbeiten sind. Daraus ergibt sich eine

- hohe Wirtschaftlichkeit in der Vorfertigung
- Entlastung des Formenbaus durch Wegfall von Spezialfertigteilen
- große Anwendungsbreite der konstruktiven und technologischen Lösungen.

Andererseits müssen bestimmte Bauwerkteile auch weiterhin monolithisch hergestellt werden, so daß für die Absetz- und Belebungsbecken auf Kläranlagen eine Mischbauweise angewendet wird.

### Rationalisierung der monolithischen Betonprozesse beim Bau von Kläranlagen

Da mit Fertigteilen nur ein Teilanwendungsbereich für die tiefbautypischen Konstruktionen auf Kläranlagen überdeckt werden kann, muß für die Weiterentwicklung der bautechnologischen und baukonstruktiven Lösungen für Klärbauwerke dem Monolithbetonbau gleiche Aufmerksamkeit geschenkt werden wie der Fertigteilbauweise.

Einen erheblichen Teil am Gesamtarbeitszeitaufwand einer Betonbaustelle nehmen die Schalarbeiten ein. Mit dem Schalsystem US 72 liegt für die gesamte DDR eine einheitliche progressive Schaltechnologie vor. Das US 72 ist als Trägersystem konstruiert. Dabei werden Verbundschaltafeln durch Aufschrauben von Belasit-Schaltafeln auf die Grundträger hergestellt. Durch Zusammenfügen mehrerer Verbundschaltafeln durch Bolzen-Keil-Verbindung entstehen kranversetzbare Wandschalsektionen.

Die Rationalisierung der Prozesse des Monolithbetonbaus reicht noch weit über die Schalungsarbeiten hinaus:

- Betonaufbereitung
- Betontransport
- Vorfertigung der Bewehrung
- Bewehrungseinbau
- Betoneinbau mit Autobetonpumpe

sind Teilprozesse einer modernen Betonbaustelle. Ihre wirtschaftliche Durchführung entscheidet neben Baustelleneinrichtung, Maschinen- und Geräteeinsatz und Bauablaufplanung über das Tempo, die Qualität und die Kosten bei der Herstellung von Klärbauwerken in Monolithbeton.

Als eine besondere Betontechnologie im Tiefbau ist im Zusammenhang mit der Entwicklung wirtschaftlicher Gründungsverfahren in den letzten Jahren die Schlitzwandbauweise angewendet worden. Das Prinzip der Schlitzwandbauweise ist verhältnismäßig einfach: Ein gestängegeführter Rechteckgreifer hebt bis zur erforderlichen Tiefe einen Schlitz im Erdreich aus, der durch eine Stützflüssigkeit (Suspension) am Zusammenfallen gehindert wird. Nach Einhängen der vorgefertigten Bewehrung wird unter dem Flüssigkeitsspiegel aufbetoniert, wobei die Stützflüssigkeit nach und nach verdrängt wird. Die erhärtete Betonwand dient entweder als Fundament für ein sich darauf gründendes Bauwerk oder stellt, bei Entfernen des Erdstoffs auf der Innenseite, die Umfassung einer Baugrube dar. Sie kann auch bleibende Wand eines Tiefbaukörpers sein. Vorteil dieser Bauweise ist, daß der Erdstoff als Schalung für die Wand dient. Das spart Material und Arbeitsaufwand. Anwendungsbeispiel ist der Bau der Kläranlage Stavenhagen im Bezirk Neubrandenburg.

### Entwicklung einer Kläranlage mit kompakter Anordnung von Vorklär-, Belüftungs- und Nachklärbecken

Eine Maßnahme zur Senkung des Bauaufwands ist die intensivere Nutzung des Baulands. Das trifft auch für Kläranlagen zu, die durch eine Vielzahl von Funktionsbauwerken und Nebeneinrichtungen stets ein größeres Areal in Anspruch nehmen. Internationalen Entwicklungsrichtungen folgend, ist daher der Übergang zur Kompaktanordnung von Bauwerken auch auf Kläranlagen in der DDR folgerichtig.

Die Kompaktanordnung von Becken auf Kläranlagen ist kein völlig neues Konstruktionsprinzip. Im Ausland wurden bereits Anlagen nach dem Grundsatz einer platzsparenden Bauweise errichtet. Auch in der DDR ist das Kompaktierungsprinzip bereits mehr oder weniger intensiv genutzt worden, z. B. bei der

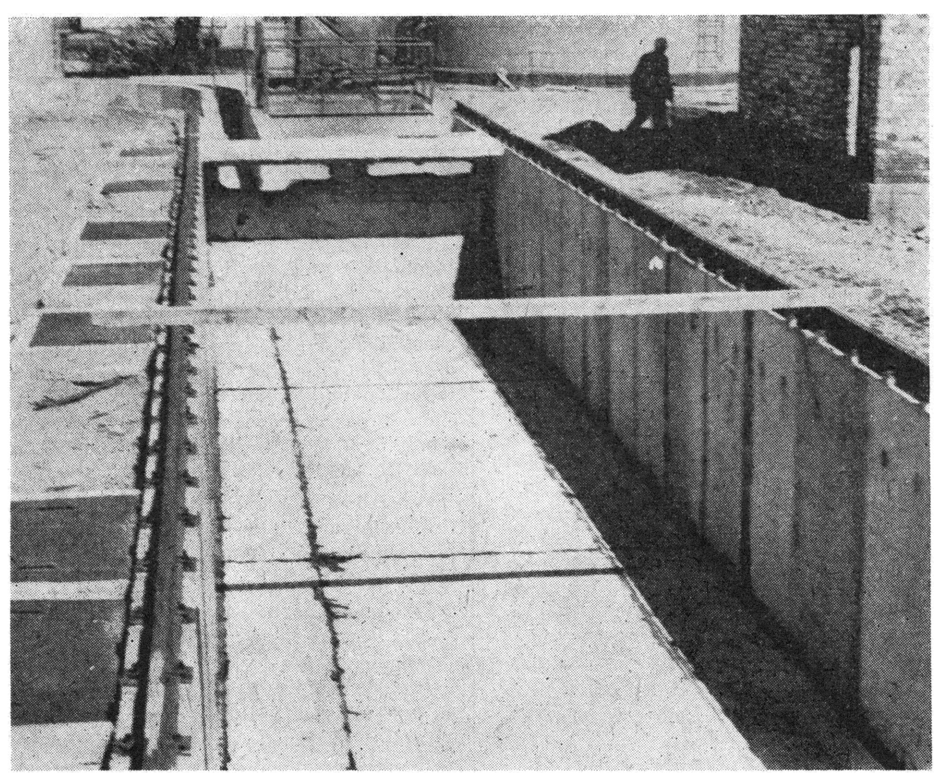
- KA Neubrandenburg, bei der drei Vorklärbecken direkt nebeneinander liegen
- KA Brandenburg/Briest, die fünf Nachklärbecken mit gemeinsamen Zwischenwänden aufweist
- KA Zerbst, bei der Belüftungs- und Nachklärbecken direkt nebeneinander liegen
- KA Beelitz mit konzentrischer Anordnung von rundem Vorklär-, Belüftungs- und Nachklärbecken.

Schließlich zählt auch bei den kleinen Kläranlagen die Kompaktbauweise von Belüftungsraum und Absetzraum als integrale Baueinheit zum Kompaktierungsprinzip. Wenn man noch weiter geht, stellt auch der klassische Imhoff-Tank („Emscherbrunnen") eine Kompaktbauform, und zwar von Absetzbecken und Schlammfaulraum, dar.

Grundsätzlich ist es möglich, die Kompaktanordnung von Vorklär-, Belüftungs- und Nachklärbecken sowohl auf rechteckigem Grundriß als auch auf runder Grundfläche zu entwickeln. Rundformen zeigen zunächst den Vorteil, daß die Wandflächen im Verhältnis zum Rauminhalt zum Minimum werden. Nachteilig ist allerdings der geringere hydraulische Wirkungsgrad runder Absetzbecken und besonders die Unmöglichkeit, das bewährte Baukastenprinzip für die verschiedenen Anlagengrößen anzuwenden. Bautechnisch steht den runden Kompaktbauformen der kompliziertere Herstellungsaufwand entgegen; das Bauen mit Fertigteilen wird erheblich erschwert. Aus diesem Grunde wurde konsequent auf die Rechteck-Grundrißlösung der zu entwickelnden Kompaktkläranlage orientiert.

Bei der Erarbeitung zweckmäßiger Anordnungen der Beckengruppen wurden drei Typenreihen zur Grundorientierung festgelegt:

Typ 1 Vorklärung, Belüftung und Nachklärung liegen nebeneinander; diese Lösung eignet sich für Anschluß-



Versuchsbecken der Kläranlage Lübz — Foto: Bartholomes

werte von etwa 5 000 bis 100 000 EGW

Typ 2 Vor- und Nachklärung liegen nebeneinander; das Belüftungsbecken liegt an der Stirnseite; die Form eignet sich besonders für Anlagengrößen von 100 000 bis 200 000 EGW.

Typ 3 Vorklärung, Belüftung und Nachklärung liegen hintereinander; diese Anordnung bietet sich besonders für Anschlußwerte von mehr als 200 000 EGW an.

Auf der Grundlage des Typs 1 wurde die Kläranlage Halberstadt als Versuchsbau im Rahmen der Erstanwendung des Kompaktierungsprinzips für Vorklär-, Belüftungs- und Nachklärbecken vorbereitet. Partner der kooperativen Entwicklungsarbeit sind neben dem Institut für Ingenieur- und Tiefbau und dem Kombinat Wassertechnik und Projektierung Wasserwirtschaft weiterhin der VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Magdeburg, das Straßen- und Tiefbaukombinat Magdeburg, die Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, der Erzeugnisgruppen-Leitbetrieb Straßen-, Brücken- und Tiefbaukombinat Halle sowie das Bezirksbauamt Magdeburg.

Der Stand der Investitionsvorbereitung für die KA Halberstadt ist so weit fortgeschritten, daß nach Abschluß der Projektierung im Jahre 1981 für mehrere Millionen Mark Bauleistungen durchgeführt werden können. Für die drei Vorklärbecken von je 8,40 m Breite, 57 m Länge und 1,85 m Wassertiefe werden Winkelstützwandelemente UWUA 2051 nach Katalog des Betonleichtbaukombinats verwendet. Das Belebungsbecken mit vier Belüftungskreiseln B 2 400, von 15 m Breite, 60 m Länge und 4 m Wassertiefe wird aus Elementen UWUA 2091 montiert.

Für die Nachklärung waren ursprünglich nach dem Vorbild der KA Brandenburg/Briest Bandräumer vorgesehen. Aus mehreren Gründen wurde das Räumprinzip auf die Saugräumung umgestellt. Man wählte vier Nachklärbecken von je 8,40 m Breite, 53,5 m Länge bei einer Wassertiefe von 2,60 m. Das entspricht einer Absetzzeit von $3^3/_4$ h. Die Wände werden aus Stahlbetonelementen UWUA 2071 montiert. Die Einlaufrinne einschließlich einer Schwimmschlammrinne werden monolithisch hergestellt. Zwischen den Doppelbecken der Nachklärung ist die Rücklaufschlammrinne angeordnet. Mit Propellerpumpen pumpt man den Rücklaufschlamm über Rohrleitungen in das Belebungsbecken zurück.

Der nach dem Heberprinzip arbeitende Saugräumer bietet abwassertechnologische Vorteile. Auch entfallen die Nachteile, die beim Bandräumer zwangsläufig auftreten: die acht Lager je Becken erfordern eine hohe Maßhaltigkeit, der Lasteintrag in das Bauwerk über die Lager ist hoch, Fertigteile können im Lagerbereich nicht verwendet werden, die Schlammtrichter sind aufwendig im Vergleich zur glatten Sohle beim Saugräumerbecken.

Eine Druckschrift des Instituts für Ingenieur- und Tiefbau über die Grundsatzlösung der kompaktierten Kläranlage als Richtschnur für die weitere Anwendung dieses bauaufwandsenkenden Konstruktionsprinzips erscheint 1981.

# Neue Beispiele effektiver Plastanwendung in der Wasserversorgung und Abwasserbehandlung

Dr. Rainer CLAUSSNITZER
VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Karl-Marx-Stadt,
Erzeugnisgruppenleitbetrieb für ökonomischen Werkstoffeinsatz, Plastanwendung und Korrosionsschutz

Der Plasteinsatz hat in der Wasserwirtschaft seit über zehn Jahren stetig zugenommen und sich spezifische Anwendungsgebiete erschlossen. Gerade unter wasserwirtschaftlichen Bedingungen lassen sich die ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit, die niedrige Dichte und die geringe Oberflächenrauhigkeit der Plastwerkstoffe vielfältig nutzen. Die technische Wertigkeit sollte dabei stets durch einen objektbezogenen Wirtschaftlichkeitsvergleich ergänzt werden, um insgesamt verbesserte Effektivität beim Anwender nachzuweisen.

Der Schwerpunkt des Plastverbrauchs liegt gegenwärtig mit über 60 Prozent bei Rohrleitungen. Bautechnisch und technologisch bedingte Bauelemente werden zu etwa einem Fünftel eingesetzt. Für konstruktive Teile verwendet man Plaste nur in relativ geringem Umfang. Trotzdem werden ständig neue Anwendungsmöglichkeiten — gerade auch für konstruktive Bauteile — erschlossen. Hierzu leisten die Neuerer der Wasserwirtschaft einen hervorragenden Beitrag. Es bedarf einer rechtzeitigen Anwendungsforschung, um einen technisch und ökonomisch vorteilhaften Plasteinsatz zu sichern, die gebrauchstypischen Beanspruchungen zu erkennen sowie gleichzeitig die vorgesehenen Anwender über die Einsatzmöglichkeiten und den Stand der Entwicklung zu informieren. Die nachfolgenden Ausführungen sollen besonders dem letztgenannten Ziel dienen, eine Nachnutzung bei den bezeichneten Betrieben anregen und damit zur breiten Verallgemeinerung der Erkenntnisse beitragen.

## Rohre, Formstücke, Armaturen und Zubehör

Eine interessante Neuerung stellen die Polyvinylchlorid-hart (PVC-H)-Muffendruckrohre mit der Bemessungsspannung von 12,5 MPa dar. Gegenüber dem PVC-H-Rohr Typ 100 wird bei gleichem Gebrauchswert die Wanddicke und damit die Masse je Längeneinheit verringert. Das Lieferprogramm umfaßt für Nenndruck 1,0 MPa die Außendurchmesser d 160, 200, 250 und 315 mm (VEB Orbitaplast).

Bei den Plastrohren dominieren gleichzeitig Polyäthylen (PE)-Rohre. Ihre hydraulischen und korrosionstechnischen Vorteile sind nunmehr für Anschlußleitungen durchgängig nutzbar, da die bisherige Schwachstelle im System — das inkrustations- und korrosionsgefährdete Guß- oder Stahlnippel zwischen PE-Rohr und Anbohrschelle — in plastbeschichteter Ausführung verfügbar ist. Für Formstücke bis etwa Nennweite 65 mm können sowohl das Rotationssintern und Heißschütten (VEB WAB Leipzig) als auch das Wirbelsintern (VEB WAB Karl-Marx-Stadt) nachgenutzt werden. Zum Einbinden von Anschlußleitungen in Versorgungsleitungen aus PVC-H-Rohren Typ 100 sind neben der bereits verwendeten PVC-H-Anbohrbrücke d 160/d 63 die Lieferformen d 110/d 63 und d 225/d 63 in Vorbereitung (VEB Orbitaplast). Zur raschen Verbesserung der Wasserversorgung in ländlichen Gebieten ist das grabenlose Verlegen von PE-Rohren, beispielsweise mit PE-ND-Rohr 110 × 11,8 ND 0,6 MPa, mit der modifizierten Verlegemaschine Meliomat universal zu empfehlen. Bei Einhaltung verschiedener Randbedingungen, wie Erdstoff gemäß Gewinnungsklasse 3 bis 4, erforderliche Trassenbreite 6 m bis 7 m, kann die Verlegeleistung auf etwa 500 m/h gesteigert werden (VEB WAB Neubrandenburg/VEB Meliorationsmechanisierung Dannenwalde). In diesem Zusammenhang hat sich trotz zahlreicher Vorbehalte des Rohrherstellers eine nach dem Prinzip der *Gibault*-Kupplung verwendete Spezialverbindung für PE-Rohre in der Praxis bewährt (VEB WAB Potsdam). Diese Verbindung ist im

*Tafel 1* Verfügbare Stumpfschweißgeräte für PE- und PVC-HS-Rohre

| Rohrstumpfschweißgerät | Schweißbare Außendurchmesser d (mm) | Hersteller | Vertrieb |
|---|---|---|---|
| ZIS 10–27 | 25 bis 63 | Fa. Johannes Bernstein Maschinen- u. Apparatebau 9125 Grüna | Einkaufs- und Liefergenossenschaft des Schlosser- und Maschinenbauhandwerks 9001 Karl-Marx-Stadt, Schloßstr. 14 |
| ZIS 10–58 (758) | 63 bis 110 | Fa. Erich Hinkel 9055 Karl-Marx-Stadt, Klaffenbacher Str. 30 | |
| ZIS 919 | 110 bis 200 | VEB Mansfeld Kombinat „Wilhelm Pieck" Werk für Anlagen und Gerätebau 425 Eisleben | s. Hersteller |

Rohrgraben außerdem an allen Stellen einsetzbar, wo Schweißen nicht möglich ist, also bei Grundwasserdrang und ungenügender Baufreiheit.

Die vom VEB Orbitaplast für die nächsten Jahre vorgesehene Änderung bzw. Erweiterung des PE-Formstücksortiments und die damit verbundene Orientierung auf Stumpfschweißverbindungen wird die Zahl subjektiver Schweißfehler reduzieren und zu einem deutlichen Rückgang der gegenwärtig hohen Zahl von etwa 60 Prozent Schweißnahtbrüchen bei Anschlußleitungen führen. Zur Verringerung dieser Schäden tragen ebenso neuentwickelte Plastrohrschweißgeräte bei (ZIS Halle), siehe Tafel 1.

Als echte Baustellengeräte konzipiert, gestatten sie die notwendige Kontrolle von Schweißdruck und -temperatur. Die besonders in der Wasserwirtschaft für feuchte Arbeitsstätten vorliegende erhöhte elektrische Gefährdung sollte vom Entwickler bzw. Hersteller zukünftig durch geeignete Schutzmaßnahmen ausgeschaltet werden. Ein diesbezügliches Beispiel stellt ein elektrisch betriebener Heizspiegel mit Schutzkleinspannung dar (VEB WAB Leipzig). Bei gasbeheizten Heizspiegeln existiert — wie in Bild 1 dargestellt — ebenfalls eine Weiterentwicklung. Zukünftig wird zur Gewährleistung einer besseren Temperaturkonstanz der propangasbeheizte Heizspiegel ZIS 593 als doppelflammiger Heizspiegel ZIS 593/1 ausgebildet.

Für die Plastrohrverlegung spielen neben bekannten mobilen Werkstätten auch der PE-Rohrverlegeanhänger eine wichtige Rolle. Er gestattet Transport und Abwickeln von jeweils zwei Ringbunden verschiedener Außendurchmesser bzw. Werkstoffe. Von Vorteil sind dabei die verbesserten Arbeitsbedingungen, die gesteigerte Produktivkraft beim Verlegen sowie das technisch einwandfreie Einbringen der PE-Rohre (Forschungszentrum Wassertechnik/VEB Wassertechnik Wittstock). Das Einziehen von Äthylenvinylacetat (EVA)-Rohr in metallische Rohrleitungen mit nachfolgendem Aufweiten durch Wärme und Druck wurde bisher großtechnisch nicht wirksam. Gleichermaßen sind die Nachteile des Einbringens von EVA-Folienschlauch bekannt. In zunehmendem Maße werden deshalb PE-Rohre in defekte Stahl- oder Gußrohre eingebracht. Das Verfahren ist für PE-HD-Rohr ND 1,0 MPa mit Außendurchmessern von 63 mm bis 180 mm bzw. zugehörigen Nennweiten des metallischen Mantelrohrs von 80 mm bis 200 mm geeignet. Die Einsatzmöglichkeiten liegen bei der Stabilisierung statisch instabiler Rohrsysteme sowie beim Inkrustationsschutz und Korrosionsschutz besonders gegenüber aggressiven Rohwässern. Erhebliche Einsparungen im Vergleich zu Neuverlegungen liegen vor (Forschungszentrum Wassertechnik). Das Einführen der PE-Rohre erfolgt durch Einziehen oder Einschieben. Eine für diesen Zweck entwickelte Einschubvorrichtung rationalisiert die Verlegearbeiten (VEB WAB Karl-Marx-Stadt), siehe Bild 2.

Leichte Handhabung und Automatisierungsfreundlichkeit sind die wesentlichen Merkmale des neuen Schlauchventils aus Polyurethan (PUR). Dieses Ventil ist für die Nennweite 150 mm erprobt; für die Nennweiten 200 mm bis 400 mm sind die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen. PUR-Schlauchventile sind anstelle von Keiloval- und Keilflachschiebern vorzugsweise in automatisch gesteuerten Anlagen einsetzbar (VEB WAB Cottbus). Das Prinzip dieses neuen Ventils wird aus Bild 3 ersichtlich.

Für Steinzeugmuffenrohre sind neben dem herkömmlichen Teertrick einschließlich Fugenverguß auch Dichtelemente aus Plast gebräuchlich. Dichtringe aus Plast verursachen beim Verlegen einen geringen manuellen Aufwand. Ihr Einsatzbereich beschränkt sich für eingegossene konische PUR-Dichtringe auf die Nennweite 200 mm. Das neuentwickelte Ringmaterial aus geschäumten, geschlossenzelligen PVC mit Zusatzstoffen ist demgegenüber für die Nennweiten 100 mm, 150 mm und 200 mm verwendbar (VEB Straßen-, Tief- und Rohrleitungsbau Rodewisch/VEB Steinzugwerke Bad Schmiedeberg).

## Technologische Ausrüstungen und Zubehör

Die Verwendung von Laminaten zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit und damit zur Verlängerung der Lebensdauer von Ausrüstungen und Bauteilen ist ein bekanntes Verfahren. Der Anwendungsumfang dieser Technologie nimmt ständig zu. So ist für die weitere Nutzung von Behälterkonstruktionen aus Stahl zum Beispiel das Beschichten mit glasfaserverstärktem Epoxidharz (EP) oder ungesättigtem Polyester (UP)-Harz oft die letzte Möglichkeit, um aufwendige Ersatzinvestitionen zu vermeiden und die Versorgung der Bedarfsträger schon nach kurzer Stillstandsdauer weiterzuführen. Die durch Lochfraß und Flächenabtrag schadhaften Ausrüstungsteile werden oberflächenvorbehandelt und danach im Handauflegeverfahren beschichtet. Die gewonnenen Erfahrungen bei der Rekonstruktion von Wasserbehältern (VEB WAB Potsdam), Filterkesseln und Schwimmerkörpern (VEB WAB Dresden/VEB WAB Suhl) belegen die Vorteile dieser Verfahrensweise. Mit der Werkstoffkombination EP und Glasseidengewebe liegen bei Abwasserpumpenlaufrädern, die durch Verschleißkorrosion abgenutzt sind, ebenfalls ausgezeichnete Resultate vor (VEB WAB Magdeburg/VEB WAB Berlin). Ebensolche Erfolge zeigen seit Jahren mit EP beschichtete Bauteile von UWM-Pumpen (VEB WAB Leipzig). Das Bild 4 vermittelt ein anschauliches Beispiel.

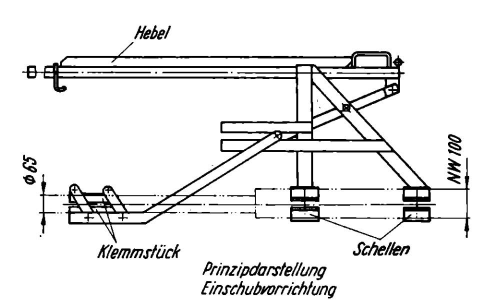


Bild 2 Einschubvorrichtung für PE-Rohre

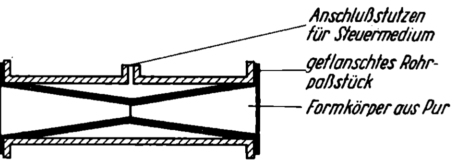
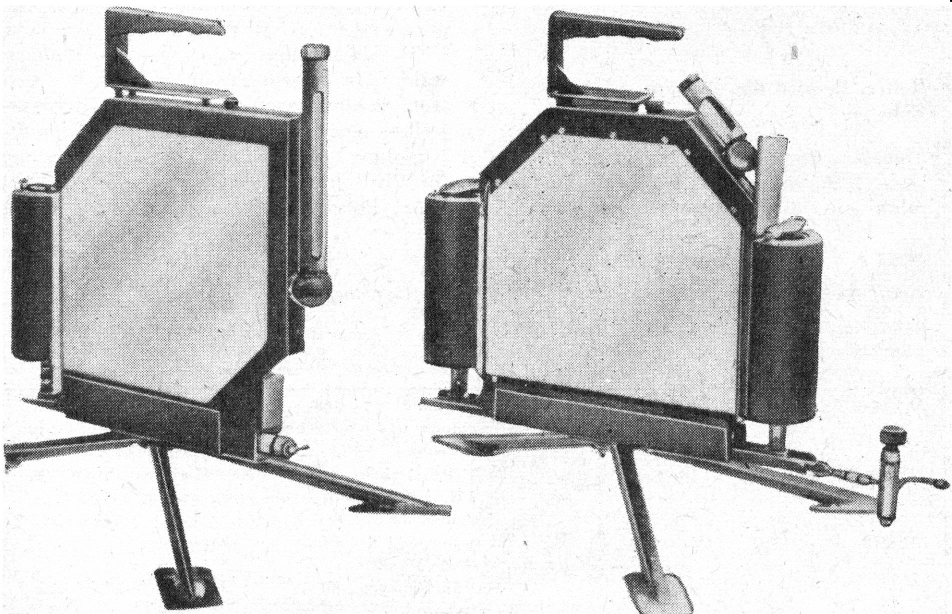


Bild 3 Schematische Darstellung eines Schlauchventils

Derartig behandelte Pumpenteile bewirken, daß ihre Lebensdauer erhöht wird und die Förderleistung konstant bleibt. In diesem Zusammenhang sei besonders auf die Beachtung der Forderungen des Arbeitsschutzes beim Umgang mit EP- und UP-Harzen verwiesen.

Im kommunalen Abwasserbereich liegen erste Erfahrungen über praktische Anwendungsfälle von Tropfkörperfüllelementen aus Plaste vor. So wurden beispielsweise aus wechselweise verklebten glatten und vakuumgeformten PVC-Tafeln bestehende Füllkörper in Blockform verwendet (VEB WAB Magdeburg). Ebenso ist der Einsatz von Füllmaterial aus regellos geformten Polystyrol-(PS)-Schaumstoffabschnitten bekannt (VEB WAB Karl-Marx-Stadt). Sowohl unter dem Gesichtspunkt geringer


Bild 1 Ein- und doppelflammiger Heizspiegel ZIS 593 und ZIS 593/1

Aufwendungen für Transport und Einbau infolge geringer Masse und der Verarbeitung als vorgefertigte komplette Elemente als auch der Erhöhung der Lebensdauer sollten die Erfahrungen weiter präzisiert werden. Ähnlich den blockförmigen Füllkörpern aus PVC-Tafeln werden Röhrenpakete aus PVC-H-Trapezprofilen in Absetzanlagen eingebaut. In den etwa 55 Grad geneigten sechseckigen Röhren haben die absetzbaren Stoffe nur einen kurzen Absetzweg und können kontinuierlich aus den Röhren herausrutschen. Röhrenpakete werden nach Form A mit den Abmessungen 500 mm × 958 mm × 670 mm und nach Form B mit den Abmessungen 850 mm × 1 318 mm × 610 mm gefertigt (Forschungszentrum Wassertechnik/VEB Abwasserbehandlungsanlagen Merseburg). Vorhandene Oberflächenbelastungen können in der Trinkwasseraufbereitung und in der Abwasserbehandlung auf etwa 7 $m^3/m^2$ h gesteigert werden (VEB FWV Elbaue-Ostharz/VEB WAB Leipzig). Im Bereich der Wasseraufbereitung haben sich neuartige Fallrohr-Belüftungselemente aus PVC-H anstelle von Rohrgitterkaskaden aus Stahl zur Belüftung von Rohwässern bewährt (VEB WAB Berlin).

### Anlagen und konstruktive Bauelemente

Ein interessantes Beispiel einer sinnvollen Materialsubstitution bieten Brunnenabdeckhauben aus GUP. Sie sind als dreiteilige im Faser-Harz-Spritzverfahren hergestellte Konstruktion konzipiert und werden für Brunnenabschlüsse über Geländeoberkante bei vertikalen Bohrbrunnen mit UWM-Betrieb eingesetzt. Der Werkstoff GUP ist bei guten Festigkeitseigenschaften korrosionsfrei und witterungsbeständig. Die eingebaute Heizung gewährleistet den Betrieb bis —20 °C (VEB Hydrogeologie Nordhausen). Nach gleicher Technologie werden begehbare Quellschrotabdeckungen — bestehend aus Deckel und Rahmenring — gefertigt. Sie bieten einen verschließbaren, wasserdichten Abschluß von Einsteigöffnungen unterirdischer Bauwerke, vermeiden zusätzliche Dichtelemente und sind wartungsfrei (VEB WAB Karl-Marx-Stadt/VEB Bezirksbaumechanik Halle). In Anlehnung an die Konstruktion gußeiserner Quellschrotabdeckungen werden auch begehbare Deckel aus GUP im Handauflageverfahren hergestellt. Sie garantieren jedoch keinen wasserdichten Abschluß (VEB WAB Suhl).

Neben dem bekannten Auskleiden von Betonbehältern und Erdbecken mit Folien aus PVC-S-weich und Tafeln aus PE-ND werden für zu sanierende kleine Behälterbauwerke ebenso vorgefertigte ebene GUP-Laminate eingesetzt (VEB WAB Suhl). Gleichzeitig gibt es mit GUP-Laminaten Erfahrungen bei Neubauten, so zum Beispiel in Gülle-, Absetz-, Erdfaulbecken und Dortmundbrunnen (VEB WAB Suhl/VEB Straßen- und Tiefbaukombinat Suhl), sowie bei Trinkwasserbehältern (VEB WAB Dresden/VEB WAB Suhl, Kombinat VEB Chemische Werke Buna). Obwohl bei dieser Technologie höhere Materialkosten entstehen, kann eine beträchtliche Gesamtkosteneinsparung erzielt werden.

Neue Möglichkeiten zeigen sich auch bei der Verwendung von EP zum Beschichten von Betonflächen. EP-Harze können sowohl als füllstoffreie bzw. füllstoffarme Systeme zur Rekonstruktion von schadhaften oder undichten Betonbauwerken beliebiger Größe — beispielsweise Trinkwasserbehälter (VEB WAB Leipzig. VEB WAB Frankfurt/Oder) oder Absetzbecken (VEB WAB Karl-Marx-Stadt) — eingesetzt als auch mit Zugabe von Füllstoffen in Form von EP-Spachtel, -Mörtel bzw. -Beton zum Beseitigen von örtlich begrenzten Schäden verwendet werden. Für letzteren Anwendungsfall wurden Emscherbrunnen (VEB WAB Berlin/VEB WAB Leipzig) saniert. Zum Herstellen von Plastmörtel oder -beton kann ein spezieller Mischer verwendet werden, der in kurzer Zeit einen gleichmäßig gemischten Harz-Füllstoff-Ansatz bereitstellt (VEB Baureparaturen Halle). Erste praktische Erkenntnisse zur elastischen Abdichtung von Bewegungsfugen und nichtdimensionsstabilen Rissen mit Polysulfidkautschuk (Thioplast) liegen vor (VEB WAB Leipzig VEB Spezialbaukombinat Wasserbau Weimar).

Für die Isolation von Behältern, bei denen ein Temperaturgefälle von innen nach außen wirkt, sind PUR-Hartschaumstoffe geeignet. So wurde unter anderem die tragende Betonwand von Faulbehältern mit SySpur SH 4041 bis zu einer Gesamtdicke von 50 mm beschichtet und anschließend ein Anstrichsystem als Deckschicht aufgebracht. Bei Beachtung der Forderungen der Verfahrens- und Maschinentechnik sind gute Langzeitergebnisse zu erwarten (VEB WAB Rostock/VEB Synthesewerk Schwarzheide). Zur Unterstützung eines störungsfreien Bauablaufs, besonders als Wetterschutz für Baustellen, Bauwerke und Arbeitsplätze sowie als Hüllmaterial für Zelt- und Einhausungskonstruktionen, können textilfaserverstärkte PE-ND- oder PVC-Folien benutzt werden (VEB Textil- und Veredlungsbetrieb Neugersdorf).

### Abschließende Bemerkungen

Nicht alle der vorgestellten neuen Lösungen stellen erstrangige Neuerungen dar. Jeder Beitrag hilft jedoch, die Leistungsfähigkeit der Betriebe der Wasserwirtschaft zu steigern. Das Ziel muß deshalb der noch wirksamere Informationsaustausch sein. Dazu ist es notwendig, die vorhandenen Reserven besser zu nutzen. Eine wichtige Basis bildet hierfür die Erzeugnisgruppenarbeit, zum Beispiel die engere Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedsbetrieben und dem Leitbetrieb der Erzeugnisgruppe „Ökonomischer Werkstoffeinsatz, Plastanwendung und Korrosionsschutz“. Die Mitgliedsbetriebe der Erzeugnisgruppe müssen es als eine wichtige Aufgabe ansehen, die angebotenen Neuerungen zielgerichtet aufzugreifen und sie über die Pläne Wissenschaft und Technik sowie die sozialistische Rationalisierung wirksam werden zu lassen. An dieser Stelle sei auf die Quellen /1 bis 5/ verwiesen, die detaillierte technische, technologische und ökonomische Parameter enthalten. Darüber hinaus ist Informationsmöglichkeit beim EGL WAB Karl-Marx-Stadt gegeben.

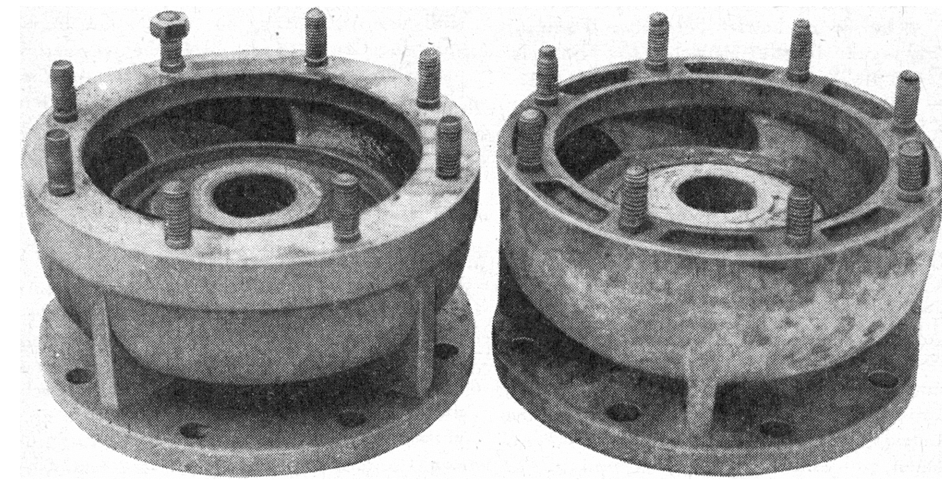


**Bild 4** UWM-Pumpenteil vor und nach der EP-Beschichtung

### Literatur


/1/ *Köhler, D.*: Beispiele der effektiven Plastanwendung in einem VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung. WWT 24 (1974) 3, S. 95 bis 98

/2/ Ökonomischer Werkstoffeinsatz, Plastanwendung und Korrosionsschutz. Bewährte Neuerungen in der Wasserwirtschaft. Mitt. 15/79 des EGL VEB WAB Karl-Marx-Stadt 1979

/3/ Angebotskatalog Wissenschaft und Technik. Teil V. Verzugslösungen zur Intensivierung der Instandhaltung. MfUW Berlin 1979

/4/ Neuererinformation. Z-BfN des MfUW. Berlin 1979

/5/ *Schmidt, E.*, und *Landgraf, T.*: Erfahrungen bei der Anwendung von Trinkwasserbehältern aus GUP nach der Schlauchbandtechnik. WWT 29 (1979) 6, S. 198—199

# Kontroll- und Steuerungsprogramme – Intensivierungsmöglichkeiten bei der Grundwassernutzung und im Wasserwerksbetrieb

Dipl.-Ing. Gunter BLASBERG
Institut für Wasserwirtschaft

Der Wassergewinnungsprozeß nimmt zunehmend eine zentrale Stellung im Gesamtproduktionssystem Wasserversorgung ein, da er dessen Leistungsvermögen maßgeblich bestimmt und begrenzt. Intensivierungsmaßnahmen bei der Grundwassergewinnung müssen auf eine den Bedarfsforderungen und Grundwasserdargebotsbedingungen angepaßte effektive Betriebsweise der technischen Anlagen zielen. Das betrifft vor allem Anlagen mit künstlicher Grundwasseranreicherung. Diese Aufgaben erfordern eine qualitative Verbesserung der Lenkung und Überwachung des Wassergewinnungsprozesses. Dafür müssen vor allem die noch teilweise auf starren und überholten Leistungsangaben fußenden Betriebsgrundsätze durch ein höheres und aktuelles Informationsangebot über tatsächlich vorhandene und gewinnbare Grundwassermengen abgelöst werden.

Auf dem Gebiet der Grundwasserforschung hat man in den letzten Jahren leistungsfähige und praxisreife Modellverfahren zur Berechnung und Simulation der Grundwasserströmung entwickelt. Dabei wurden zahlreiche Grundwasserleitermodelle in Form sogenannter „ständig arbeitender Modelle" (SAM) für wasserwirtschaftliche Schwerpunktobjekte aufgebaut und zu spezifischen Aussagen zum Grundwasserregime herangezogen. Die als komplexe Grundwasserleitermodelle für Einzugsgebiete wichtiger Wasserwerke aufgebauten Modelle wurden bisher vorwiegend für besondere Aufgaben und Aussagen bei Erkundungs-, Projektierungs- und Rekonstruktionsvorhaben sowie für territoriale Planungs- und Bilanzierungszwecke eingesetzt; nicht zuletzt wegen ihres beträchtlichen Aufwands bei der Entwicklung, Laufendhaltung und Nutzung.

Für die genannten Aufgaben zur Betriebsunterstützung von Wasserwerken hat man seit etwa 1975 mit der Entwicklung von Kontroll- und Steuerungsprogrammen begonnen. In diesen Programmen nehmen Grundwasserleitermodelle eine zentrale Stellung ein. Sie fungieren hier als Simulator, der ein Durchspielen prognostischer Betriebssituationen und -varianten ermöglicht. Die komplexen Grundwasserleitermodelle sind wegen ihrer Größe, der zur Abarbeitung notwendigen Großrechenanlagen und ihres umfassenden Informationsbedarfs für den Einsatz in Kontroll- und Steuerungsprogrammen ungeeignet. Deshalb wurden nach dem methodischen Konzept der Reduktion der Komplexmodelle reduzierte Modellvarianten abgeleitet. Das so entstandene Blockmodell ist in seinen Ein- und Ausgangsgrößen auf den Informationsumfang des Kontroll- und Steuerungsprogramms zugeschnitten und hinsichtlich seiner Funktion Simulationsteil im Gesamtprogramm. Die Programmsysteme sind für die Abarbeitung auf den Kleinrechenanlagen KRS 4200 bzw. 4201 konzipiert. Derartige Rechner stehen heute in zahlreichen WAB-Betrieben als eigene Anlagen zur Verfügung bzw. könnten in nächstgelegenen wasserwirtschaftlichen Einrichtungen genutzt werden (WWD). Die Nutzung eigener Rechenanlagen ist äußerst vorteilhaft für eine variable und den Versorgungssituationen angepaßte zeitliche Abarbeitung.

Aufgabe und Funktion von Kontroll- und Steuerungsprogrammen könnte man definitiv folgendermaßen zusammenfassen:

Ein Kontroll- und Steuerungsprogramm ist ein informationsverarbeitendes System zur Ermittlung und Kontrolle einer, entsprechend Bedarfs- und Grundwasserdargebotsituation, zielgerichteten Betriebsweise der technischen Anlagen eines Wasserwerkes im Zusammenhang mit einer rationellen Grundwassernutzung und -bewirtschaftung. Danach muß ein Kontroll- und Steuerungsprogramm folgende Grundfunktionen verwirklichen:

- Aufnahme und Verwaltung von Daten zur Kennzeichnung der betrieblichen und hydrologischen Situation
- Prognose bestimmter betrieblicher und hydrologischer Einfluß- und Bilanzgrößen
- Optimierungsmodell zur Ermittlung der optimalen Betriebsweise bestehend aus
  - Simulator der Grundwasserströmung
  - Variantenbildung und Bewertung
- Auswertung und Verarbeitung der Ergebnisse in betriebsbezogener Form als Vorgabe für die Betriebsweise (Betriebsempfehlung)
- Führung der Betriebsdokumentation.

Der praktische Schwerpunkt und ökonomische Nutzen liegt in dem Optimierungsteil. Hierbei wird noch einmal die wichtige Funktion des Simulators deutlich, der im Zusammenspiel mit Programmteilen zur Vorgabe und Bewertung von Betriebsvarianten die Suche nach Optimalbedingungen realisiert. Das Programmsystem soll dem Wasserwerksingenieur eine Vielzahl notwendiger Informationsarbeit über den Prozeß abnehmen und ihm bei normalem Betrieb die günstigste Betriebsweise der Anlagen empfehlen. Es soll weiterhin ungünstige und kritische Situationen vorausschauend erkennen und ankündigen bzw. wenn möglich deren Beherrschung unterstützen.

Der Betrieb eines solchen KSP erfordert die kontinuierliche und gesicherte Bereitstellung der Eingangsdaten für die Berechnungen. Hierbei ergeben sich besondere Probleme, da die Informationsgewinnung im bisherigen Betrieb oft unter dem auch normalerweise notwendigen Umfang zur ausreichenden Erfassung der hydrologischen und betrieblichen Situation liegt. Schwierig ist in erster Linie die Durchführung der Grundwasserstandsmessungen in den Kontroll- und Steuerungsnetzen. Trotz des Einsatzes des speziellen Programms MESOP zur Optimierung und damit Verminderung der Zahl tatsächlich zu messender Grundwasserpegel, werden durch die WAB-Betriebe nur sehr eingeschränkt die notwendigen Meßarbeiten durchgeführt. Hier ist es notwendig diese Arbeiten im Zusammenhang mit der angestrebten höheren Qualität der Betriebsführung zu sehen, sowie für deren effektive Durchführung (Verminderung des Meßaufwandes) moderne technische Möglichkeiten zu nutzen. Derartige Möglichkeiten sollen an den folgenden Objekten noch erläutert werden. Im Institut für Wasserwirtschaft Berlin wurden mit den Wasserwerken Leipzig-Naunhof, Berlin-Friedrichshagen und Dresden-Hosterwitz erste Beispielobjekte zur Ausrüstung von großen Wasserwerken mit Kontroll- und Steuerungsprogrammen geschaffen. Für mittlere und kleine Versorgungsanlagen wurden im Bereich des WAB Frankfurt (Oder) praktikable Steuerungsprogramme mit der gleichen Zielstellung aufgebaut und zum Einsatz gebracht. Die Hauptfunktionen des Programms für das Wasserwerk Naunhof sind eine Auswertung der Wasserstandsmessung für Grund- und Oberflächenwässer im aktuellen Monat mit einer Bilanzierung des Grundwasserhaushalts für den aktuellen Monat und einen Prognosezeitraum von sechs Monaten sowie eine Vorausberechnung der Grundwasserstände im Einzugsgebiet für den angegebenen Vorhersagezeitraum.

Das KSP Friedrichshagen ist in seinem Aufbau und Prognosezeitregime ähnlich angelegt wie das von Naunhof. Es zeichnet sich insbesondere durch eine effektive Nutzung der Möglichkeiten des KRS 4200 aus. Durch die ins KSP integrierten Programme zur grafischen Darstellung von Stufenfunktionen, Ganglinien sowie Differenzen- und Isolinienplänen wird ein hoher Anschaulich-

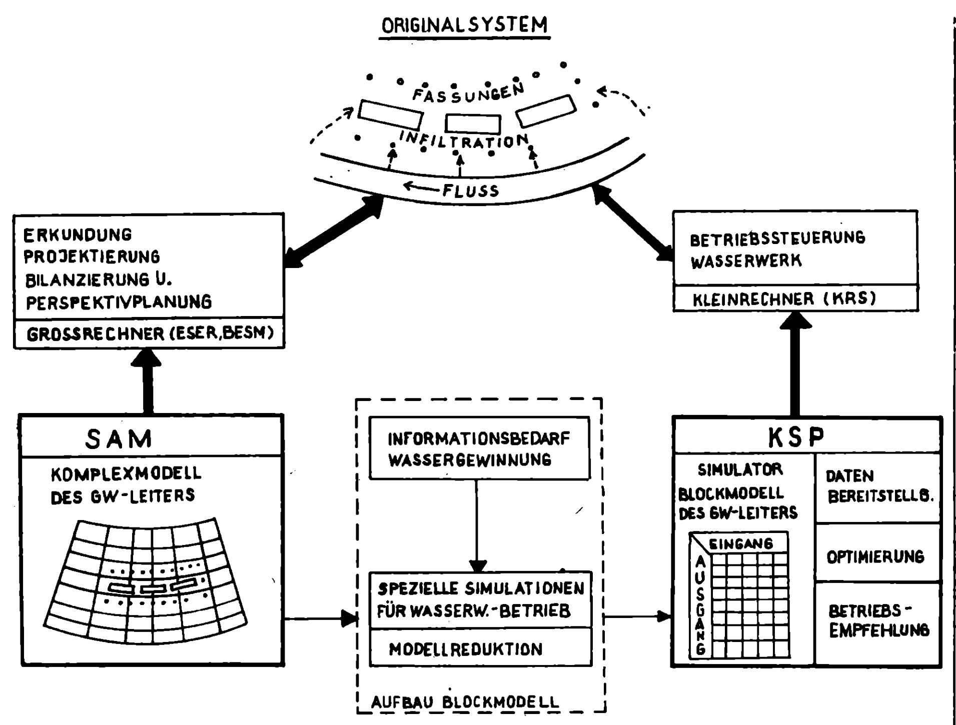


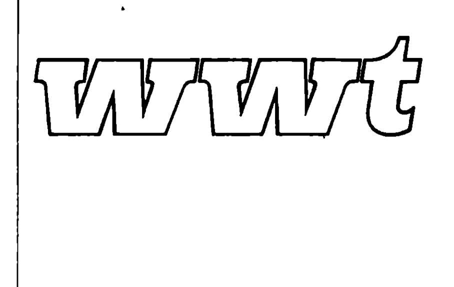

**Bild 1** Aufbau von Kontroll- und Steuerungsprogrammen mit Hilfe von Komplexmodellen

keitsgrad der Ergebnisse erreicht. Die Einbeziehung dieser Programme in weitere KSP ist realisiert bzw. in Vorbereitung.

Das in der Einführungsphase befindliche Kontroll- und Steuerungsprogramm des Wasserwerkes Dresden-Hosterwitz verwirklicht die genannten Grundfunktionen sämtlich in einem modular strukturierten Programmsystem. Im Gegensatz zu den längerfristigen Programmen werden in Hosterwitz auf Grund der geringen Speicherfähigkeit im Grundwasserleiter und der spezifischen Betriebsbedingungen durch die Uferfiltratgewinnung und den intensiven künstlichen Anreicherungsbetrieb wesentlich kürzere Vorhersagezyklen, die je nach Versorgungssituation zwischen etwa vier bis zehn Tagen liegen, realisiert. Die Optimierungsstrategie zielt auf eine maximale Absenkung der Fassungsanlagen sowie auf eine Minimierung der Versickerungsmenge.

Als ein greifbares ökonomisches Ergebnis sei die Einsparung von rund 20 000 Mark Energiekosten im Jahre 1979 angeführt, die durch eine vorgezogene Teilanwendung der Forschungsergebnisse erreicht wurde. Dies erfolgte durch Ermittlung von bestimmten Abhängigkeitsbeziehungen der notwendigen Versickerungsmenge von Elbwasserstand in Form von Dispatchergrafiken. Bei deren Anwendung konnte eine Senkung der Infiltrationsmengen bei Sicherung der erforderlichen Reinwasserabgabe erzielt werden. Die Durchführung der notwendigen Datenerfassung führt in Hosterwitz auf Grund der kurzzeitigen Vorhersagezyklen, des umfangreichen Meßprogramms und natürlich auch aus personellen Gründen im VEB WAB zu erheblichen Problemen. Im Rahmen des Probebetriebs wurde deshalb eine im IfW entwickelte automatische Meßanlage für die Grundwasserstandsmessungen eingerichtet. Gleichzeitig wurde in Zusammenarbeit mit dem VEB WAB die Errichtung einer ständigen Betriebsmeßanlage für die Datenerfassung und gleichzeitig Datenübertragung zum etwa 15 km entfernten Rechenzentrum konzipiert. Die Anlage, mit einem Mikrorechner als Steuerteil ausgerüstet, soll die Grunddatenverarbeitung und Datenfernübertragung zum Rechenzentrum als auch die Ausgabe der Ergebnisse des auf dem Kleinrechner abgearbeiteten KSP auf peripheren Geräten, sozusagen „vor Ort" im Wasserwerk ermöglichen. Der Wasserwerksingenieur hat somit die Möglichkeit, direkt mit dem Programm in Verbindung zu treten und erhält in effektiver Weise die Betriebsempfehlungen direkt vom Rechner. Die Erweiterung der Mikrorechneranlage für die generelle Betriebsdatenerfassung und der Anschluß weiterer KSP für die im Verbundsystem Dresden arbeitenden Wasserwerke ist möglich.

Die bei allen KSP hohe Zielstellung, mit Abschluß der Forschungsleistung ein beim Praxispartner funktionsfähig installiertes Programmsystem vorzulegen, erfordert unbedingt eine enge und gute Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtung und Anwenderbetrieb. Die Arbeit in gemeinsamen Überleitungskollektiven hat sich für die schnelle Praxisüberführung der Forschungsergebnisse und die effektive Lösung mancher Probleme und Schwierigkeiten als sehr fruchtbar erwiesen und soll als positiv besonders für die Objekte Berlin und Dresden genannt werden. Die weitere Forschungsstrategie zielt dahin, die Erfahrungen dieser Objekte zu einer allgemein anwendbaren Methodik zusammenzufassen, mit der eine breite Einführung von Kontroll- und Steuerungsprogrammen in geeigneten Grundwasserwerken der DDR unter maßgeblicher Regie der Anwenderbetriebe nach 1982 möglich wird.




## Neuerungen

Die folgenden nachnutzbaren Neuerungen sind im Rahmen des Informationssystems Wissenschaft und Technik im zentralen Fonds gespeichert. Informationen hierzu erteilt die ZLID beim Institut für Wasserwirtschaft. Originaldokumentationen können bei den jeweiligen Ursprungsbetrieben angefordert werden.

4/2/80-13: Maschinelle Reinigung von Schachtabdeckungen und Zargen mit flexiblem Reinigungsgerät (Reg.-Nr.: NVe 05/1/77), VEB WAB Franfurt (Oder)
4/2/80-14: Spülvorrichtung zur Reinigung von SSW (Reg.-Nr.: NVe 05/2/77), VEB WAB Frankfurt (Oder)
4/2/80-15: Prüfbaustein für TMF-System (Reg.-Nr.: NV 05/377), VEB WAB Frankfurt (Oder)
4/2/80-16: Transportabler Unterbau zum baustellengerechten Einsatz der PE-Schweißmaschine MPS 20 (Reg.-Nr.: NVe 05/8/77), VEB WAB Frankfurt (Oder)
4/2/80-17: Kontierungsrichtlinie (Reg.-Nr.: NVe 05/39/77), VEB WAB Frankfurt (Oder)
4/2/80-18: Steuerung der Abwasserpumpwerke über eine Schaltstange (Reg.-Nr.: NV 05/47/77), VEB WAB Frankfurt (Oder)
4/2/80-19: Gerät zur Überwachung der Ordnung und Sicherheit auf dem Betriebsgelände des WW Schwedt (Oder) (Reg.-Nr.: NV 05/55/77), VEB WAB Frankfurt (Oder)
4/2/80-21: Schraubstockverstellvorrichtung (Reg.-Nr.: NV 08/249/77), VEB WAB Halle
4/2/80-22: Nutschlüssel für PE-Rohrverschraubungen (Reg.-Nr.: NV 13/87/72), VEB WAB Leipzig
4/2/80-23: Konstruktive Veränderung der Absturzschächte bei großen Tiefen (Reg.-Nr.: NV 63/108/74), VEB WAB Leipzig
4/2/80-24: Saugvorrichtung für kapillargebundenes Bodenwasser (Reg.-Nr.: NVe 03/04/77/III), VEB WAB Neubrandenburg
4/2/80-25: Vereinfachung der Messung der Schütthöhe durch Filterausfüllung im Filterkessel (Reg.-Nr.: NV 03/125/77), VEB WAB Neubrandenburg
4/2/80-26: Verfahrensweise zur besseren, ökonomisch günstigeren Bearbeitung von Eingangsrechnungen (Reg.-Nr.: NVe 03/143/77/III), VEB WAB Neubrandenburg
4/2/80-27: Montagewagen für Oxydationswalzen (Reg.-Nr.: NV 01/86/77), VEB WAB Rostock
4/2/80-28: Hebevorrichtung für W-50-Motore (Reg.-Nr.: NV 02/13/77), VEB WAB Schwerin
4/2/80-29: Zusätzlicher Zellenverdichter am Schlammsaugwagen (Reg.-Nr.: NV 02/51/77), VEB WAB Schwerin

(Fortsetzung auf S. 415)

# Schutz der Wasserressourcen vor diffusen Eintragungen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen unter den Bedingungen der Abwasserbodenbehandlung

Dr. agr. habil. Dietrich KRAMER, Dr. agr. Willi KRÜGER, Dr. agr. Friedrich SCHULZ, Dipl.-Mel.-Ing. Manfred STEINHAUER
Institut für Wasserwirtschaft

Die Abwasserbodenbehandlung gewinnt immer mehr an Bedeutung. Folgende Aspekte sind dafür ausschlaggebend:

- Verbesserung des Gewässerschutzes durch vergleichsweise weitergehenden Abwasserreinigungseffekt
- Mehrfachnutzung des Wassers auch und speziell für Bewässerungszwecke
- Nutzung der Abwassernährstoffe als Sekundärrohstoffe im Sinne der Materialökonomie.

Der Abwasseranfall in der DDR läßt sich gegenwärtig mit 6,2 Mrd. m³/a angeben, hiervon entfallen etwa 14 Prozent auf die Bevölkerung, 84 Prozent auf die Industrie und zwei Prozent auf die Landwirtschaft (ohne Gülle). Bis zum Jahr 2000 werden sich diese Mengen für die Bevölkerung auf ≈ 180 Prozent, für die Landwirtschaft auf 230 Prozent, für die Industrie aber „nur" auf 116 Prozent erhöhen, insgesamt werden sie um 28 Prozent zunehmen. Demgegenüber wird im gleichen Zeitraum der Umfang der weiträumigen Abwasserbodenbehandlung um etwa 230 Prozent ansteigen und insgesamt ≈ 556 Mill. m³/a Abwässer mit einem Flächenbedarf von 139 000 ha erfassen. Hiernach ist damit zu rechnen, daß im Jahr 2000 mittels Bodenbehandlung nur etwa sieben Prozent der dann anfallenden Abwässer gereinigt werden, ein Anteil, der sicher nicht befriedigen kann, obwohl der Anteilwert gegenwärtig bei nur 3,7 Prozent liegt. Es wird erforderlich werden, den potentiellen Umfang des Einsatzes von Abwässern zur Bewässerung neu zu bestimmen. Schätzungen zufolge beträgt, gemessen an den Güteanforderungen an das Bewässerungswasser nach TGL 6466/01, der potentiell nutzbare Anteil ≈ 45 Prozent des gesamten Rohabwasseranfalls bzw. 58 Prozent der kommunalen und maximal 40 Prozent der industriellen Abwässer. Auch bei Berücksichtigung begrenzender, standörtlicher Bedingungen sind erhebliche Nutzungsreserven offensichtlich. Vergleiche zur Reinigungsleistung verschiedener Abwasserbehandlungsverfahren siehe Tafel 1. Es werden allgemein höhere Reinigungswirkungen bei der Abwasserbodenbehandlung im Vergleich zur künstlich-biologischen Reinigung nachgewiesen, die perspektivisch beim Fällen von Sachentscheidungen beachtet werden sollten. Bei kommunalen Abwässern und für das Verfahren geeigneten industriellen Abwässern sind entsprechend der Betriebsgestaltung — Harmonisierung zwischen Bewässerungshöhe, Bodenart und Nutzung — durchaus Eliminierungsraten bei Phosphor und organischer Substanz von 100 Prozent und bei Stickstoff von mehr als 90 Prozent möglich. Diese hohen Eliminierungsraten und die sich hieraus über die Perkolation (Prozesse der Wasserversickerung im Boden) ergebenden großen absoluten Reinigungseffekte treten weitgehend unabhängig von der Stoffkonzentration im Abwasser ein, so daß das Verfahren der Abwasserbodenbehandlung für höher konzentrierte Abwässer im Vergleich zu alternierenden Verfahren eine bessere Eignung besitzt. Es ist zusätzlich zu bedenken, daß alle Kostenarten und Aufwendungen bei der Bodenbehandlung abwassermengenbezogen und nicht konzentrationsbezogen eintreten.

Am Beispiel der Abwässer aus Zuckerfabriken ist zu erkennen, daß bei der Abwasserbodenbehandlung außerhalb der Vegetationszeit häufiger mit etwas reduzierten Reinigungseffekten zu rechnen ist. Diese die Reinigungsleistung charakterisierenden Werte dürfen nicht nur in Beziehung zu der Konzentration der Abwässer gesetzt werden, sondern sind verstärkt mit den Gütewerten zu vergleichen, die das oberflächennahe Grundwasser unter intensiver landwirtschaftlicher Nutzung kennzeichnet; entsprechende Dränwasserbasiswerte vermittelt Tafel 2.

Es ist deshalb erforderlich, auch unter den Bedingungen der Abwasserbodenbehandlung diese Mittelwerte weiträumig nicht zu überschreiten. Das Verschmutzungspotential des häuslichen und industriellen Abwassers der DDR beträgt etwa 68 Mill. EG. Durch Abwasserbodenbehandlung wird zur Zeit eine Schmutzlast von etwa 3,6 Mill. EG abgebaut, d. h. ein Anteil von nur 5,3 Prozent, der ebenfalls auf die Notwendigkeit eines verstärkten Ausbaus der Abwasserbodenbehandlung hinweist. Gleiche Gesichtspunkte gelten auch für die Nährstoffe mit Mengen von 12,9 kt/a N, 1,9 kt/a P und 7,9 kt/a K in dem der Bodenbehandlung zugeführten Abwasser.

Bereits diese wenigen vergleichenden Wertungen zwischen Abwasserbodenbehandlung und künstlich-biologischer Reinigung müssen zu Überlegungen Anlaß geben, inwieweit ein relatives Absinken der Abwasserbodenbehandlung am Umfang der biologischen Behandlung ökonomisch vertretbar ist. Nach gebräuchlichen Normativen ergibt sich für die derzeitige Beregnungsfläche der DDR, einschließlich weiträumiger Abwasserverregnung, ein Wasserbedarf von etwa 600 Mill. m³/a, wobei die Abwasserverwertungsflächen mit dem anteiligen Vegetationsbedarf von 120 mm eingerechnet sind. Unter diesen Bedingungen wird der Wasserbedarf der landwirtschaftlichen Beregnung derzeit nur in einer Höhe von 71 Mill. m³/a, das sind 12 Prozent des Gesamtbedarfs, durch Abwässer gedeckt. Potentiell ist aber ein Einsatz von etwa 253 Mill. m³ Abwasser

*Tafel 1* Orientierende Gegenüberstellung der Reinigungsleistung verschiedener Abwasserbehandlungsverfahren

| Inhaltsstoff | Reinigungsleistung (%) kommunales Abwasser künstlich-biologisches Verfahren[2] | kommunales Abwasser Abwasserbodenbehandlung | Zuckerfabrikabwasser[1] künstlich-biologisches Verfahren | Zuckerfabrikabwasser[1] Abwasserbodenbehandlung | Kokereiabwasser künstlich-biologisches Verfahren | Kokereiabwasser Abwasserbodenbehandlung |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| N | 24 bis 28 | 90 | 36 | 90 | 10 | 93 |
| P | 20 bis 25 | 100 | 63 | 89 | n. b.[3] | n. b.[3] |
| K | 4 | 90 | 18 | 36 | n. b.[3] | n. b.[3] |
| $BSB_5$ | 70 bis 95 | 100 | 26 bis 99 | 85 | 50 | bis 100 |
| Phenol | n. b.[3] | n. b.[3] | n. b.[3] | n. b.[3] | 88 bis 100 | 100 |

[1]) nach /2/
[2]) nach /1/ und /4/
[3]) n. b. = nicht bestimmt

*Tafel* 2 Dränwasserbasiswerte bei intensiver landwirtschaftlicher Nutzung (im Mittel, DDR)

| Kriterium | mg/l |
|---|---|
| 1 | 2 |
| $N_t$ | 19,7 |
| davon $NO_3$-Stickstoff | 15,8 |
| org. Stickstoff | 3,2 |
| $NO_3$ | 69,9 |
| $P_t$ | 3,6 |
| davon $PO_4$-Phosphor | 0,04 |
| K | 5,6 |
| $BSB_5$ | 3,0 |
| CSV-Mn | 5,6 |

entsprechend 42 Prozent des Gesamtbedarfs in der sommerlichen Beregnungsperiode bzw. für etwa 210 000 ha Fläche gegeben. Die volkswirtschaftlichen Konsequenzen dieses Verzichts sind in Vorbereitung des X. Parteitages der SED verstärkt innerhalb der Wasserwirtschaft und der Landwirtschaft sowie zwischen den Wirtschaftszweigen zu diskutieren und zu bewerten.

Nach *Schwarz* /5/ werden im langjährigen Mittel durch die Abwasserbodenbehandlung im Vergleich zur Klarwasserberegnung 10,6 GE/ha an Mehrertrag erbracht (29,9 GE/ha statt 19,3 GE/ha). Bei einer derzeitigen Vorteilsfläche von 59 500 ha errechnen sich Mehrerträge von insgesamt etwa 631 000 GE, was etwa dem Grundertrag von 16 000 ha LN entspricht. Bei Erschließung der potentiellen Möglichkeiten auf 210 000 ha Fläche würden sich aber Mehrerträge von 2,226 Mill. GE ergeben, eine bedeutende Reserve, die nutzbar gemacht werden sollte.

Ähnlich sind die Verhältnisse hinsichtlich der Ausnutzung der Nährstoffe zu bewerten. Der Nettowert der Nutzung kann derzeitig mit 17,3 Mill. Mark und im Jahr 2000 mit 41 Mill. Mark angegeben werden, wobei Nährstoffgehalte im Abwasser von 60 mg/l N, 10 mg/l P und 40 mg/l K Ausnutzungskoeffizienten von 100 Prozent für P und 90 Prozent für N und K zugrunde gelegt wurden.

Generell ist festzustellen, daß die Abwasserbodenbehandlung bis etwa 50 000 EG im Vergleich zu künstlich-biologischen Anlagen mit geringeren Investkosten auskommt. Das Verfahren bietet sich nach dieser Kennziffer also besonders für diese Anlagengrößen an; allerdings werden die Flächenbedarfsgrößen der Beregnung für die Bedingungen industriemäßig produzierender Pflanzenbaubetriebe hierbei nicht immer erreicht. Die zu treffenden Sachentscheidungen sind aber nach gesellschaftlichen Kriterien und über die Wirtschaftszweige zu erarbeiten, d. h., die Abwasserbodenbehandlung ist bevorzugt innerhalb des landwirtschaftlichen Bewässerungsprogramms zu realisieren. Mithin sind in gleicher Weise die Kosten einer Klarwasserberegnung einschließlich der hierfür erforderlichen zusätzlichen sowie zunehmenden Kosten zur Wasserbereitstellung — sie belaufen sich gegenwärtig auf etwa 2 000 Mark/ha Erschließungsfläche — zu bilanzieren.

Die Frage „Abwasserbodenbehandlung ja oder nein" kann nur nach komplexer Beurteilung der wasserwirtschaftlichen, landwirtschaftlichen, hygienischen und anderer Bedingungen am in Betracht kommenden Standort beantwortet werden. Die Staatliche Gewässeraufsicht entscheidet, welches Reinigungsziel erreicht werden muß. Je höher die Anforderungen an die Reinigungsleistung gestellt werden, desto umfangreicher werden die finanziellen und materiellen Aufwendungen für die künstlich-biologischen Verfahren im Gegensatz zur Abwasserbodenbehandlung. Es kann im Interesse der Reinhaltung eines Gewässers notwendig werden, eine dritte Reinigungsstufe für die Abwasserbehandlung einzurichten, die bei Wahl der Abwasserbodenbehandlung ebenfalls nicht zu zusätzlichem Aufwand führt.

Die Jahreskosten für die Abwasserbodenbehandlung können im Durchschnitt mit 15 Pf/m³ angegeben werden. Sie sind in Beziehung zu setzen zu den Aufwendungen der Alternativverfahren, wie künstlich-biologische Reinigung, die stärker in Abhängigkeit zur Anschlußgröße der Anlagen und zur Abwasserkonzentration steht und zwischen 5 Pf/m³ und 20 Pf/m³ Abwasser kostet, zur dritten Reinigungsstufe (Teil Phosphatfällung) in Kläranlagen mit Kosten in Höhe von 40 Pf/m³ bis 60 Pf/m³ Abwasser und zu den Aufwendungen der Klarwasserberegnung in Höhe von etwa 40 Pf/m³.

Die technische Durchführung der dritten Reinigungsstufe ist gegenwärtig mit erheblichen Problemen bei der Schaffung ihrer materiellen und technologischen Voraussetzungen verbunden. Zur Verbesserung der Qualität unserer Gewässer muß als Reaktion auf den Trend zunehmender Gewässerbelastung die Reduzierung der Nährstoffe im Abwasser, ungeachtet der damit verknüpften Kosten und Probleme, in einem umfassenderen Rahmen als bisher betrieben werden. Als entwicklungsfähiges und im Sinne der Materialökonomie modernes Verfahren stellt die Abwasserbodenbehandlung eine aktuelle Alternative zu jedem anderen Reinigungsverfahren dar. Folgende Grundsätze sollten bei Vorbereitung und Durchführung der Abwasserbodenbehandlung beachtet werden:

- Ausgehend von der prognostischen territorialen Entwicklung, sind durch die Staatliche Gewässeraufsicht Grad und Umfang der Abwasserbehandlung unter Einbeziehung der dritten Reinigungsstufe und Beachtung möglicher Geruchsemissionen konkret festzulegen. Nach dem fortgeschrittenen wissenschaftlich-technischen Stand sind die entsprechenden Kennziffern, einschließlich die der Bau- und Betriebskosten, als Grundlage für weiterführende Entscheidungen abzuleiten.

- Unter vollständiger Berücksichtigung der Forderungen des Umweltschutzes und speziell des Gewässerschutzes und entsprechend den betrieblichen und organisatorischen Bedingungen der Partner (Abwasserlieferant. Abwassernutzer), sind unter ihrer maßgeblichen Beteiligung die grundsätzlichen Entscheidungen zum Abnahme- und Verwertungsregime für das gesamte Jahr, unter Einbeziehung des Entlastungsbetriebes, zu erarbeiten. Der Grad der notwendigen Vorbehandlung (Aufbereitung) ist zu bestimmen. Unter Beachtung der Forderungen des Standards TGL 26567 „Abwasserbehandlung, Abwasserbodenbehandlung" und zur Sicherung einer gesellschaftlich hohen ökonomische Effektivität wird hierbei auf die mechanische Vorbehandlung von kommunalen Abwässern ohne nachfolgende künstlich-biologische Stufe bei Anschlußwerten $<$ 100 000 EG sowie auf ein ganzjähriges Abnahmeregime seitens des Abwassernutzers orientiert. Es sollten zukünftig die Abwasserabnahme und -verwertung nach dem aktuellen hydrologischen Regime — Abflußmenge und Gewässertemperatur — gesteuert werden, denn diese Größen beeinflussen vor allem den Umfang der Kontamination, der Konzentration und die Intensität der Stoffwandlungsprozesse (Abbau).

- Es ist davon auszugehen, daß bei jeder Abwasserbehandlungstechnologie, d. h. auch bei der Abwasserbodenbehandlung, Abflüsse auftreten. Ihre Größen sind verfahrensbedingt und liegen bei üblichen kommunalen Klärwerken, bezogen auf ihren Zufluß, relativ konstant in den Größenordnungen $\geq$ 90 Prozent; bei der Abwasserbodenbehandlung hingegen hängen die Einleitungen, die sich aus den verfahrensbedingten Rückflüssen (*Kramer* u. a. /3/) bilden, nach Menge und Güte vom Bewässerungsregime einschließlich Nutzung und Jahreszeit ab. Diese Rückflüsse erreichen in der Winterperiode Größen von 90 Prozent; in der gewässerbiologisch kritischen Sommer- und Herbstperiode bleiben sie bei weiträumiger Verteilung in der Regel $<$ 20 bis 30 Prozent und im Jahresmittel können sie mit 40 bis 60 Prozent angenommen werden. Es wird erforderlich werden, bereits aus vorliegenden Grunderkenntnissen Modelle für entsprechende Systemregelungen zu entwickeln und diese stetig zu qualifizieren. Die vertraglichen Beziehungen müssen sich klar am Grundsatz des Verursacherprinzips orientieren. Es ist auszuschließen, einseitig Lasten auf den Partner zu übertragen; so können im Sinn der Kennziffern Arbeitsproduktivität und Lohnfonds sehr spezielle Abstimmungen erfordern. In jedem Fall müssen die getroffenen Regelungen in ihrer Summe zu beiderseitigen Vorteilen bei den beteiligten Partnern und für die Gesellschaft führen.

**Literatur**


/1/ *Busch, K.-F.:* Ingenieur-Taschenbuch Bauwesen Bd. III Boden — Wasser — Verkehr. B. G. Teubner Verlagsges., Leipzig 1965, 1504 S.

/2/ *Kramer, D.:* Untersuchungen über das Abwasser von Zuckerfabriken und über die landwirtschaftliche Verwertung von Abwässern. Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft Nr. 7, 1959

/3/ *Kramer, D., Schmaland, G., Meissner, R.:* Ergebnisse und Erfahrungen der abflußgesteuerten Bewässerung — eine Möglichkeit zur dargebotsgerechten Nutzung der Wasserressourcen. WWT 30 (1980), S. 235–238

/4/ *Randolf, R.:* Kanalisation und Abwasserbehandlung. VEB Verlag für Bauwesen Berlin, 4. Auflage, 1975, 470 S.

/5/ *Schwarz, K., u. a.:* Pflanzenbauliche, technologische und ökonomische Ergebnisse der Großflächenberegnung. AdL der DDR „agrabuch", Markkleeberg 1978, 52 S.

# Beziehungen zwischen hydrographischen Messungen und Wasservorratswirtschaft

D. BÖSSENY
Institut für Wasserwirtschaft, Budapest

Das Institut für Wasserwirtschaft in Budapest besteht in seiner jetzigen Zusammensetzung seit dem 1. Juli 1976. Es hat mehr als 400 Mitarbeiter und verfügt über einen großen Stab an vielseitig gebildeten Fachleuten. Eine der acht Produktionseinheiten des Instituts ist das Büro für Wasservorratswirtschaft, dessen Tätigkeit sich von der Forschung bis zur Entwicklung bzw. bis zur Vorbereitung von Entscheidungen und bis zur Wahrnehmung der zentralen operativen Aufgaben erstreckt. Die Forschungstätigkeit in diesen Büros erstreckt sich vorwiegend auf die Weiterentwicklung der theoretischen Grundlagen und Methoden der Wasservorratsbewirtschaftung. Daneben werden bei den verschiedenen Einrichtungen die wasservorratswirtschaftlichen Untersuchungen mit Aufmerksamkeit verfolgt, im Bedarfsfall koordiniert und die Ergebnisse zusammengefaßt und analysiert.

Ein Teil der Forschungen trägt allgemeinen Charakter. Hierzu zählen unter anderem Sammlung, Erfassung und Laufendhaltung der als Grundlage der Wasservorratswirtschaft dienenden Daten. Der größere Teil der Forschungen beschäftigt sich mit der Schlüsselfrage der Wasservorratswirtschaft, der Wasserwirtschaftsbilanz, deren Elementen sowie mit den aus der Bilanz zu ziehenden Schlußfolgerungen.

Eine sehr wichtige Aufgabe des Büros besteht in der Zuarbeit zur unmittelbaren Vorbereitung von Entscheidungen auf nationaler und regionaler Ebene sowohl in methodologischer als auch in praktischer Hinsicht. Hierfür werden auf nationaler Ebene wasservorratswirtschaftliche Analysen auf Fachbereichsebene vorgenommen sowie die wechselseitigen Einflüsse der Wasservorratswirtschaft im In- und Ausland geprüft. Anschließend werden dann die Vorschläge für die Verteilung der Wasserressourcen (nach verschiedenen Aspekten), für Umleitungen und für eventuelle einschränkende Maßnahmen bei der Wasserbeschickung ausgearbeitet.

Die zentrale Zusammenfassung und Auswertung der territorialen operativen Bewirtschaftung der Wasservoräte (bei den Wasserwirtschaftsdirektionen) ist ebenfalls eine Aufgabe des Büros. In dieser Beziehung wird die Einführung der praktischen Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit geplant und gefördert. Aus der Sicht der Wasservorratswirtschaft koordiniert das Büro die Erfassung, Laufendhaltung und Analyse von hydrologischen, hydrogeologischen Daten, von Daten über Wassergüte und Wassernutzung, und zwar in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum der Wasserwirtschaft VITUKI und den Wasserwirtschaftsdirektionen.

Nachfolgend einige für das Jahr 1980 geplante Aufgaben:

— endgültige Fassung der Konzeption für das Subsystem Wasservorratswirtschaft im Einheitlichen Informationssystem der Wasserwirtschaft und Vorbereitung zur Einführung
— Führung und Weiterentwicklung des nationalen Brunnenkatasters
— Laufendhaltung und Weiterentwicklung der Speicher
— Vorbereitungen für die vorläufige Einführung der „Vorschriften der Wasservorratswirtschaft", Einholung von Erfahrungen und endgültige Fassung der Vorschriften
— Weiterentwicklung der Einschätzung des Gewässerzustandes, Erarbeitung von Zielstellungen hinsichtlich Gewässergüte
— Weiterentwicklung der praktischen Methode der Wasserbilanzierung
— Prognose-Varianten des langfristigen Wasserbedarfs und seine Regulierung.

Besonderes Augenmerk verdient das vom Institut alle Jahre veröffentlichte „Jahrbuch für Wasservorratswirtschaft" mit einer ausführlichen Übersicht über die hydrometeorologischen und wasservorratswirtschaftlichen Verhältnisse des Landes.

*Verwendung von Daten aus den hydrologischen Messungen bei der Berechnung von Wasserbilanzen*

Diese Daten sind vor allem dann besonders wichtig, wenn am untersuchten Fließgewässer der Wasserverbrauch größer wird als zehn Prozent des für die Wasservorratswirtschaft maßgebenden Wasservorrates. Die Wasserwirtschaftsbilanz ist ein Werkzeug, mit dessen Hilfe Wassermangel oder Wasserüberschuß eines Gebietes zu einem bestimmten Zeitpunkt oder in einem gewissen Stadium der Entwicklung ermittelt bzw. diesbezügliche Erwägungen angestellt werden können.

Vereinfacht stellt die Wasserbilanz die Differenz zwischen Vorrat und Bedarf dar. Als Ausgangspunkt zur Untersuchung müssen zwei grundlegende Prozesse unterschieden werden:

— natürlicher Kreislauf des Wassers und
— gesellschaftlicher Kreislauf des Wassers.

Beide Prozesse sind für sich bereits kompliziert, gestalten sich aber in ihrem Zusammenwirken noch viel komplizierter, wenn man berücksichtigt, daß der Mensch Eingriffe in die Ordnung des Wasserkreislaufs vornimmt. Im wesentlichen handelt es sich um eine Kopplung des natürlichen und des gesellschaftlichen Kreislaufs des Wassers. Hieraus läßt sich schlußfolgern, daß der Wert für die Wasservorräte ungenau wird, wenn der Einfluß der menschlichen Tätigkeit außer acht bliebe. Dies wiederum könnte sich nachteilig auf die Wasservorratswirtschaft auswirken.

Für praktische Wasserbilanzberechnungen sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Bei unterentwickelten gesellschaftlichen Verhältnissen kann der Einfluß der menschlichen Eingriffe auf den natürlichen Wasserkreislauf und innerhalb von diesem auf die Abflußgestaltung unberücksichtigt bleiben. Somit dient als Grundlage der Bilanzierung der tatsächlich gemessene natürliche Wasservorrat, also der natürliche Kreislauf des Wassers. Berücksichtigt man die Genauigkeit der Abflußmengenmessung, dann darf der Einfluß der menschlichen Tätigkeit vernachlässigt werden, solange der Wasserverbrauch unter zehn Prozent des maßgebenden Wasservorrats bleibt.

2. Bei entwickelteren gesellschaftlichen Verhältnissen beeinflussen diese mehr oder weniger den Kreislauf des Wassers. Diese Feststellungen sind allgemein bekannt. Die Einflüsse werden anhand von entsprechenden Berechnungen eingeschätzt und in der Wasserbilanz berücksichtigt. Im wesentlichen handelt es sich um die Lösung von hydrologischen und hydraulischen Problemen, ferner um deren Superposition. Hierfür kann es mehrere Möglichkeiten geben. So könnte man zum Beispiel die Verflachung des Einflusses einer Wasserentnahme in der Länge des Fließgewässers, analog der Verflachung einer Hochwasserwelle, untersuchen oder aber die Aufeinanderwirkung von mehreren Wasserentnahmen und Einleitungen, ferner von Überleitungen. Es wird aber geraume Zeit dauern, bis Forschungen dieser Art für praktische Aufgaben zufriedenstellende Resultate ergeben werden.

Im derzeitigen Stand der Entwicklung umgeht man die Berücksichtigung des Einflusses der menschlichen Tätigkeit auf den Wasservorrat, indem ein quasi-natürlicher Wasservorrat für eine frühere Periode bestimmt wird, in der die Auswirkungen auf die Wasserverluste vernachlässigt werden dürfen. Auf dieser Grundlage wird in Ungarn der maßgebliche Wasservorrat aus den Abflußmengendaten der Jahre 1900 bis 1960 abgeleitet. Zusätzlich berichtigen jedoch die territorialen Organe den Wert des quasi-natürlichen Wasservorrats alle fünf Jahre um die an den Kleinwasserläufen eingesetzten und gemessenen Änderungen.

Eine grundlegende Frage ist, wie die bei entwickelten gesellschaftlichen Verhältnissen gemessenen Abflußmengen bei der Ausarbeitung von Wasserbilanzen verwendet werden können. Gegenwärtig ermittelt man Pegelstände und Abflußmengen noch auf die gleiche Weise wie früher. Im Pegelprofil wird aber tatsächlich die durch die Wassernutzungen belastete Abflußmenge gemessen, also das momentane Ergebnis der Wasserbilanz. Als Meßergebnis erhält man die Differenz des oberstromigen Vorrats bzw. Verbrauchs. Würde also die durch Wassernutzungen belastete Abflußmenge als Wasservorrat betrachtet — da es noch kein eindeutiges Verfahren zur Rekonstruktion des natürlichen Wasservorrats gibt — und hiervon noch der Wasserbedarf substrahiert, dann wäre der Wasserverbrauch zweimal in Abzug gebracht. Dies bedeutet jedoch, daß bei

korrekter Deutung und Formulierung des gemessenen Wasservorrats ein größerer verfügbarer Wasservorrat in Rechnung gestellt werden kann. Der erzielte Zuwachs ist dem tatsächlichen Wasserverbrauch gleich. Auch könnte man überlegen, die Wasserbilanz zukünftig auf einer anderen Logik aufbauend zusammenzustellen.

Die Wechselwirkung zwischen natürlichem und gesellschaftlichem Kreislauf des Wassers kann über mehrere Verfahren ermittelt werden. Zur Feststellung der Gesetzmäßigkeiten sind Beobachtungen vorzunehmen und auf der Grundlage hinreichender Daten die kausalen Beziehungen zu ermitteln.

In Ungarn haben die Wassernutzungen stellenweise ein Ausmaß erreicht, das den natürlichen hydrologischen Kreislauf erheblich beeinflußt. Unumgänglich notwendig ist deshalb eine Erfassung der Wasserentnahmen und Wassereinleitungen nicht allein für die Untersuchung des natürlichen Kreislaufs, sondern auch des gesellschaftlichen Wasserkreislaufs geworden.

Gegenwärtig gibt es in der UVR Bestrebungen, das Informationssystem der Wasserwirtschaft neu zu gestalten und dieses dann stufenweise einzuführen. Bei der Neugestaltung des Informationssystems besteht das Ziel darin, die kausalen Beziehungen zu erkunden. Auf Grund entsprechender Informationen können dann Entscheidungen vorgenommen und gezielte menschliche Tätigkeiten (u. a. Bilanzrechnungen) eingesetzt werden. Als Grundsatz ist festzuhalten, daß das Informationssystem für den Fachbereich Wasserwirtschaft aus den Informationssystemen über

— den natürlichen Kreislauf und
— den gesellschaftlichen Kreislauf des Wassers

zusammengesetzt ist. Natürlich sind die beiden Teilsysteme als ein organisches Ganzes zu betrachten, zumal sie nicht streng voneinander getrennt werden können. Das den natürlichen Kreislauf des Wassers erfassende Informationssystem baut im wesentlichen auf das hydrologische und hydrometeorologische Beobachtungsnetz auf. Das Informationssystem für den gesellschaftlichen Kreislauf des Wassers hingegen berücksichtigt die Bedeutung des Wassers im Prozeß der gesellschaftlichen Reproduktion, im wesentlichen also den Einfluß der menschlichen Tätigkeit, und erfaßt somit die Fachbereichstätigkeit, die behördlichen und sonstigen wasserwirtschaftlichen Tätigkeiten und Prozesse. Die Grundlagen für die beiden Teilinformationssysteme unterscheiden sich erheblich. Das hydrologische Informationssystem kann auf das bewährte Beobachtungsnetz für hydrologische Daten aufbauen, das sowohl in den Methoden als auch im Aufbau anhand von wiederholten Überprüfungen und ständiger Entfaltung gut entwickelt ist. Zielstellung hierbei ist eine den Belangen der Systemanalyse entsprechende Organisation bzw. eine einheitliche Gestaltung und Anpassung an das den gesellschaftlichen Kreislauf des Wassers widerspiegelnde Informationssystem.

Das Informationssystem für den gesellschaftlichen Kreislauf des Wassers ist wesentlich komplizierter, wobei noch bestimmte Grundlagen zu erarbeiten sind. Dieses System wird erst jetzt aufgebaut und entwickelt.

# Schutz künstlicher Wasserobjekte, Talsperren und Kanäle vor Verunreinigungen

F. W. STOLBERG
Allunionsforschungsinstitut für Gewässerschutz, Charkow

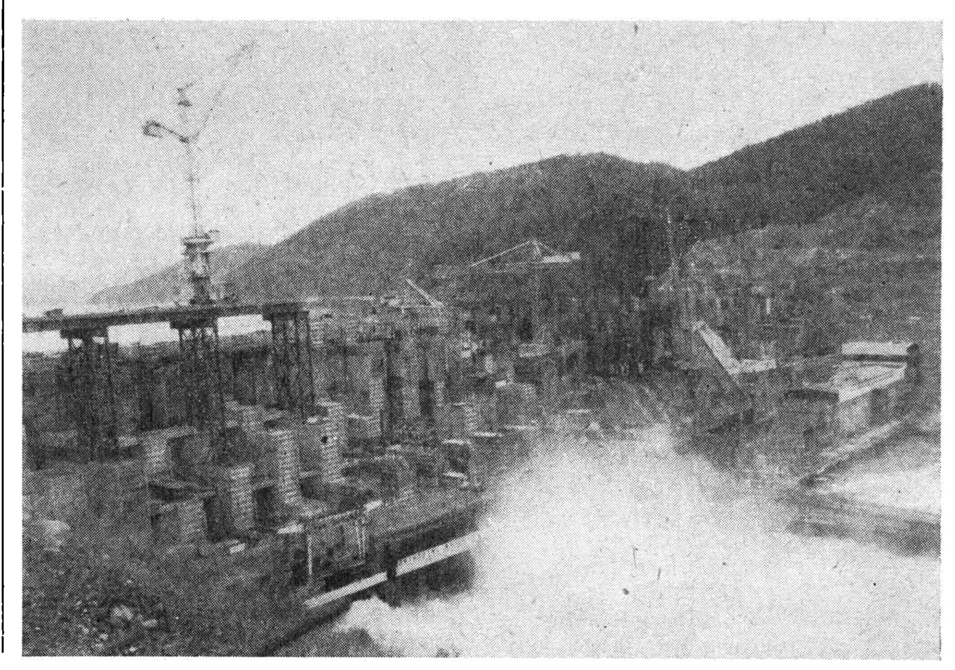
Spezifische Ursachen der Verschmutzung von Stauseen und Kanälen sind die Wasserblüte durch blaugrüne Algen und Diatomeen (Kieselalgen) und der Bewuchs von Kanalböschungen mit fädigen Wasserpflanzen. Beispielsweise verursacht die Wasserblüte in einem Stausee mit einem Fassungsvermögen von 400 Millionen $m^3$ einen Schaden von sieben Millionen Rubel im Jahr. Der Böschungsbewuchs eines Kanals von 100 km Länge entspricht der Verschmutzung mit organischen Stoffen, wie sie von einer 200 000 bis 300 000 Einwohner zählenden Stadt verursacht wird. Als Hauptursachen dieser Verschmutzung wurden analysiert: Zufluß von Biogenen, niedriger Durchfluß der Stauseen usw.

Für die technische Lösung zur Verminderung dieser Schäden wurden vorgeschlagen:

— Schaffung ufernaher Wasserschutzzonen zum Schutz vor Uferabfluß
— Festlegung des Durchflußregimes der Stauseen mit einem Wasseraustausch von mehr als einmal in 20 Tagen; für dieses Ziel werden die Wasserkraftwerke ausgenutzt
— Verringerung der Fläche von Niedrigwasser bis zehn Prozent des Wasserspiegels
— Ausnutzung der Energie des Flusses für die Vergrößerung der Turbulenz durch Schaffung spezieller Konstruktionen von Verbindungsbauwerken
— Anwendung spezieller Methoden zur Verminderung der Wasserblüte durch Verschlechterung des Lichtklimas im Wasser und dadurch verringerter Photosynthese der Wasserpflanzen (Sedimentaufwirbelung mittels Schwimmbagger)
— Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit in ausgebauten Kanälen auf 1 m/s bis 1,5 m/s
— Einsatz von Makrophyten zur Reinigung des Wassers in Form spezieller Anlagen, sogenannter biologischer Plateaus (Bioplateaus für Ufer, Kanalbett und Mündung)
— Ausnutzung spezieller Konstruktionen zum Schutz der Wasserentnahme vor Planktonschwimmschichten aus „blühenden" Stauseen.

Am Dnepr-Donbass-Kanal wurde ein experimentelles Flußbettbioplateau (Fragment) gebaut, ein Uferbioplateau sowie eine Anlage zum Schutz der Wasserentnahmestellen vor Planktonschwimmschichten und eine ufernahe Wasserschutzzone werden errichtet. Diese Lösungen wurden in Projekten zur Verlegung des Abflusses nördlicher und sibirischer Flüsse des Landes ausgenutzt.

Das Wasserkraftwerk am Amur-Nebenfluß Seja (sechs Turbinen erzeugen 5 Mrd. kWh/a Elektroenergie). Foto: Zentralbild



# Stand und Weiterentwicklung der Schlammbehandlungsverfahren

Dr.-Ing. Rudolf BÖHM
Forschungszentrum Wassertechnik

Beim Bau und Betrieb von Kläranlagen wird der hohe Bedarf an Investitionen, Betriebskosten, Arbeitskräften und Flächen für die Schlammbehandlung immer mehr zum aufwandsbestimmenden Prozeß. Deshalb hat die Reduzierung dieser Aufwendungen infolge Anwendung von Ergebnissen der Forschung und Entwicklung eine vordringliche Bedeutung.

Im Weltmaßstab gibt es eine Vielzahl von Schlammbehandlungsverfahren. Eine allgemeingültige Standardlösung, die für alle Fälle, Größenordnungen, Klimazonen usw. anwendbar ist, existiert nicht. Die Einsatzmöglichkeiten werden von technischen, ökonomischen, klimatischen und territorialen Faktoren beeinflußt. Es sind sogenannte Recycling-Verfahren, d. h. Kreislauf-, Rückführung- bzw. Wiederverwendungsverfahren, in der Schlammwirtschaft anzuwenden.

Für kommunale Schlämme hat die landwirtschaftliche Verwertung zur Hebung der Bodenfruchtbarkeit das Primat, obwohl die in der DDR anfallenden kommunalen Abwasserschlämme nur ausreichen, um etwa 1 Prozent der Ackerfläche der DDR zu versorgen. Außerdem haben noch nicht alle Mitarbeiter der Landwirtschaft den Schlamm als Bodenverbesserungsmittel akzeptiert. Bei der landwirtschaftlichen Verwertung sind seuchenhygienische und phytotoxische Probleme zu beachten.

Für industrielle Schlämme rückt die Frage der Wertstoffrückgewinnung immer mehr in den Vordergrund, in begrenztem Umfang auch die Futtereiweißgewinnung aus Bioschlamm. Läßt sich eine Verwertung nicht durchführen, bleiben die Deponie und als letztes Verfahren die Verbrennung. Letzteres ist die teuerste und technisch aufwendigste Verfahrensvariante, die aber nur äußerst selten angewendet wird.

Bisher dominierten Untersuchungen einzelner Verfahrensstufen der Schlammbehandlung. In Zukunft werden Untersuchungen des Zusammenwirkens einzelner Verfahrensstufen der Schlammbehandlung und ihrer Rückwirkung auf die Abwasserbehandlung mehr in den Vordergrund rücken. Zu diesem Zweck errichtet man 1981 eine großtechnische Pilotanlage „Schlammtechnologie" mit einem Schlammdurchsatz von 250 m³/d. Mit dieser Anlage ist es außerdem möglich, Ausrüstungen zur Schlammbehandlung im Dauerbetrieb zu testen.

Das Hauptziel der Forschung und Entwicklung auf dem Fachgebiet der Schlammbehandlung besteht darin, die technischen Möglichkeiten der Schlammstabilisierung unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf die nachfolgende Schlammentwässerung verfahrenstechnisch so zu optimieren, daß ein Minimum an gesellschaftlichen Aufwendungen für die Schlammbehandlung erreicht wird.

**Technisch-ökonomische Bewertung der Hauptverfahren zur Schlammbehandlung**

**Verfahren zur Schlammstabilisierung**

*Faulung*

Vorzugsverfahren im Weltmaßstab

Vorteil:

Gasgewinnung und Gasverwertung möglich

Nachteil:

hoher Aufwand für den Bau beheizter Faulbehälter.

*Aerobe Stabilisierung*

Wird im Weltmaßstab nur für kleine Anlagen angewendet. Dabei erfolgt die Kombination von Abwasser- und Schlammbehandlung in einem Reaktor (Oxydationsgraben, Kleinbelebungsanlage). Die getrennte aerobe Schlammstabilisierung ist bisher nur in einigen Sonderfällen zur Anwendung gekommen. Die aerobe thermophile Stabilisierung ist vor allem deshalb bedeutsam, da gleichzeitig ein Entseuchungseffekt erreicht wird. Eine neue, in der UdSSR entwickelte Verfahrensvariante zur getrennten aeroben Stabilisierung läßt eine erfolgreiche Anwendung auch für Großkläranlagen erwarten.

Vorteile:

- geringere Aufenthaltszeit (5 bis 10 Tage) als im Faulbehälter (10 bis 100 Tage)
- einfache Bauwerke
- geringer Investitionsaufwand
- bessere Entwässerungseigenschaften auf Schlammentwässerungsplätzen bis 7 m³/m² · a.

Nachteile:

- temperaturabhängig
- Schwierigkeiten im Winterbetrieb
- hoher Elektroenergiebedarf.

*Thermo-Druck-Verfahren*

Die Anwendungshäufigkeit ist im Weltmaßstab rückläufig. Es wird vorzugsweise für Schlämme angewendet, die einer Faulung oder aeroben Stabilisierung infolge toxischer Inhaltsstoffe schwer zugänglich sind.

Vorteile:

- geringer Bauaufwand
- geringer Investitionsaufwand
- hoher Ausrüstungsaufwand
- geringe Aufenthaltszeit (zwei bis drei Stunden)
- gute Entwässerungseigenschaften.

Nachteile:

- hoher Wärmebedarf
- hochwertiges Material, da Korrosionsgefahr
- hochqualifiziertes Bedienungspersonal
- Geruchsbelästigung
- hohe Filtratverschmutzung.

*Enzymatische Schlammstabilisierung*

Im Weltmaßstab noch im Stadium der Forschung.

**Verfahren zur Schlammentwässerung**

*Schlammentwässerungsplätze*

Vorzugsverfahren im Weltmaßstab für kleine und mittlere Kläranlagen

Vorteile:

- geringer Bedienungsaufwand
- geringer Energiebedarf

Nachteile:

- hoher Investitionsaufwand
- hoher Flächenbedarf
- witterungsabhängig.

*maschinelle Schlammentwässerung*

Anwendung für Großkläranlagen

Vorteile:

- geringer Investitionsaufwand
- geringer Flächenbedarf
- geringer Baubedarf
- witterungsunabhängig.

Nachteile:

- hoher Energiebedarf
- Flockungsmittelbedarf
- qualifiziertes Bedienungspersonal.

**Verfahren zur Naßschlammverwertung**

Der Verzicht auf die Schlammentwässerung und Speicherung des Naßschlammes bis zu 180 d/a mit anschließender Ausbringung in nasser Form stellt bei entsprechenden territorialen Voraussetzungen nach wie vor die volkswirtschaftlich günstigste Lösung dar.

*Tankwagentransport*

Vorteile:

- Beschlammung unabhängig von Flächenform
- Beschlammung auch unmittelbar an Verkehrswegen und Wohngebieten möglich, da keine Aerosolbildung
- Einsatz auch in leicht hängigem Gelände möglich.

Nachteil:

- geringe Transportentfernung.

*Schlammverregnung*

Vorteile:

- größte Leistungsfähigkeit
- Einsatz auch bei feuchtem Boden möglich.

Nachteile:

- Aerosolbildung, deshalb größere Abstände zu Verkehrswegen und Wohngebieten
- geeignete Flächengeometrie und Flächenneigung
- Grobstoffentfernung.

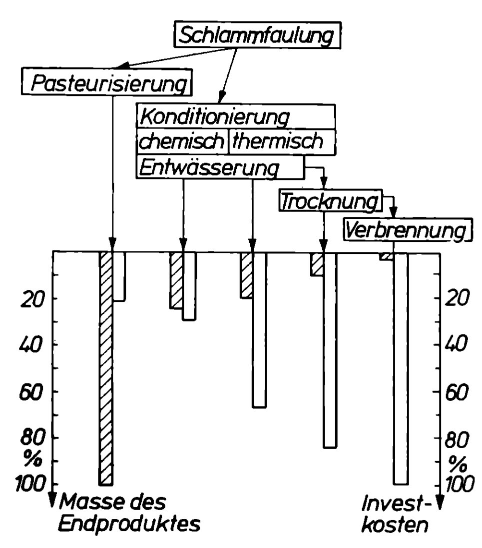



Bild 1 Vergleich der Masse des Endprodukts und der Investkosten einer Schlammbehandlungsanlage für fünf Prozent TS im Ausgangsschlamm

### Verfahren zur Schlammentseuchung

Gemäß TGL 26056 Blatt 2 „Abwasserrückstände — Landwirtschaftliche Verwertung" ist die Entseuchung von Abwasserschlamm schrittweise einzuführen. Damit werden die zeitlichen Verwertungsbeschränkungen für Abwasserschlamm aufgehoben, was vor allen Dingen im Gemüseanbau wichtig ist.

*Pasteurisierung*

Vorteile:
— einfache Ausrüstungen
— geringe Betriebskosten.

Nachteile:
— infolge des Bedarfs an Wärmeenergie nur bei geschlossenen Faulanlagen mit Überschußgas wirtschaftlich betreibbar
— nur für Naßschlamm anwendbar.

*Chemische Schlammentseuchung*

Vorteile:
— bei allen Kläranlagen einsetzbar, vorzugsweise für kleinere und mittlere Kläranlagen
— Dauerbetrieb oder auch nur Bedarfsbetrieb möglich
— geringer Ausrüstungsaufwand.

Nachteile:
— zusätzliche Chemikalienkosten
— nur für Naßschlamm anwendbar.

*Ionisierende Strahlen*

Vorteil:
— für flüssigen und stichfesten Schlamm anwendbar.

Nachteile:
— hohe Sicherheitsanforderungen
— hohe Betriebskosten.

Eine übersichtliche graphische Gesamtbewertung der Vor- und Nachteile der Verfahren der Schlammbehandlung ist bisher noch nicht gelungen, lediglich die Verknüpfung einzelner Komponenten.

Bild 1 zeigt eine Gegenüberstellung des verbleibenden Schlammvolumens und der erforderlichen Investitionen einiger ausgewählter Schlammbehandlungsverfahren.

Bild 2 stellt eine Verknüpfung der Investaufwendungen und der Betriebskosten nach 30 Jahren dar. Hieraus lassen sich die Gesamtaufwendungen der einzelnen Varianten nach 30 Jahren vergleichen.

### Stand der maschinellen Schlammentwässerung in der DDR

Zum Einsatz in Großkläranlagen wird ein Verfahren zur maschinellen Schlammentwässerung und Fugatbehandlung entwickelt. Der VEB Maschinenfabrik Sangerhausen stellt folgende Zentrifugen her:

| Zentrifugentyp | Antriebsleistung | |
|---|---|---|
| SKZSNh 450 | 29 kW | 35 kW |
| SKZSNh 500 L 2,7<br>500 L 3,3<br>500 L 4,0 | 23 kW | 35 kW |

Im Weltmaßstab setzt man zur Entwässerung mittels Dekanter polymere Flockungsmittel ein. Bei Anwendung derselben sind Abscheidegrade der Trockensubstanz des Schlammes über 90 Prozent möglich, ohne Flockungsmittel nur von maximal 50 Prozent. Ziel der Forschung in der DDR sind maximale Abscheidegrade der Zentrifugen bei minimalem Flockungsmittelaufwand sowie die Aufbereitung des hochgradig verschmutzten Fugats.

Hierzu wird eine Verfahrensträgergemeinschaft zwischen dem VEB Komplette Chemieanlagen und dem FZ Wassertechnik gebildet.

Folgende Wege zur Fugatbehandlung werden untersucht:
— Aufleitung des Fugats auf Schlammentwässerungsplätze
— Rückführung des Fugats in die Belebungsanlage
— getrennte aerobe Stabilisierung des Fugats.

Bei einer Entwässerung des Schlammes mit Hilfe von Flockungsmitteln ist keine gesonderte Fugatbehandlung erforderlich. Das in der UdSSR entwickelte Verfahren zur kombinierten anaeroben-aeroben Schlammstabilisierung gestattet einen Betrieb von Dekantern ohne Flockungsmittel, wobei sich

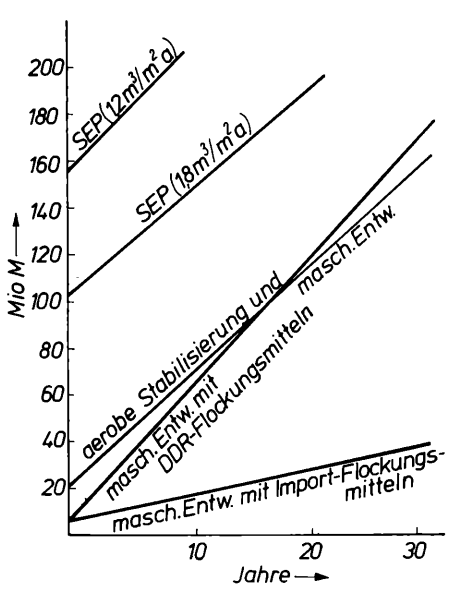



Bild 2 Kostenentwicklung für verschiedene Schlammentwässerungsverfahren für etwa 2 000 m³/d Faulschlamm

das Fugat als Rücklaufschlamm in der Belebungsanlage verwenden läßt.

Kostenvergleich der maschinellen Schlammentwässerung für 1 800 m³/d Faulschlamm in Mark/m³ NS

| | Investitionsaufwand | Betriebskosten |
|---|---|---|
| Maschinelle Schlammentwässerung Fugatbehandlung auf Schlammentwässerungsplätzen | 180 | 10,5 |
| Maschinelle Schlammentwässerung mit Flockungsmitteln | 27 | 12,0*) |

*) davon 5,5 M/m³ NS für Flockungsmittel

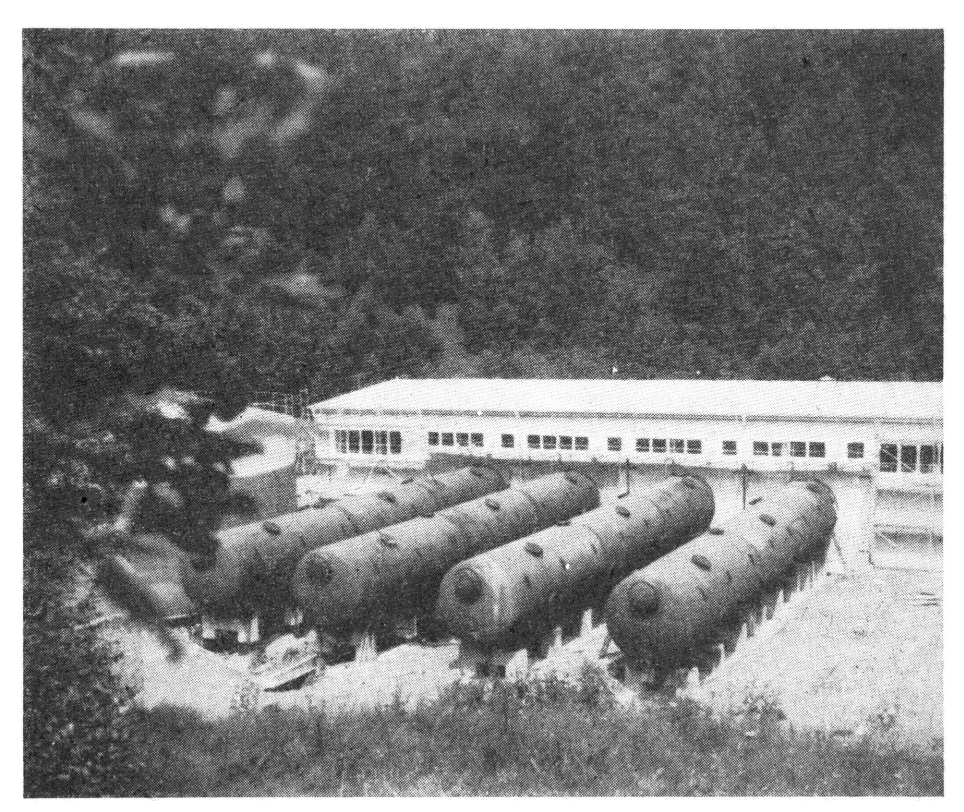


Bild 3 Wasserwerk Gottleuba — Erstanwendung eines Experimentalbaues für Wasseraufbereitungsanlagen

# Ergebnisse bei der praktischen Einführung der landwirtschaftlichen Naßschlammverwertung

Dr. agr. Gert FELGNER
Forschungszentrum Wassertechnik

Das Hauptproblem bei der landwirtschaftlichen Verwertung kommunaler Abwasserschlämme besteht darin, daß der Schlamm kontinuierlich anfällt, die Ausbringung auf landwirtschaftliche Nutzflächen aber nur periodisch erfolgen kann. Der Schlamm muß deshalb gespeichert werden. Die Landwirtschaft fordert Speicherkapazität für 180 Tage, damit ihr bei der industriemäßig organisierten Pflanzenproduktion keine Zwangstermine für die Schlammausbringung entstehen.

Der Frischschlamm geht jedoch infolge des hohen Gehalts an organischen Verbindungen in kurzer Zeit in stinkende Fäulnis über. Um Umweltbelästigungen bei der Schlammausbringung zu vermeiden, ist er deshalb zu stabilisieren. Am gebräuchlichsten ist die anaerobe Stabilisierung, die Schlammfaulung. Hierbei werden die leicht zersetzbaren organischen Verbindungen abgebaut.

Nach der Faulung erfolgte bisher die Volumenverminderung durch natürliche Entwässerung. Da hierfür erhebliche Flächen benötigt werden, hat man Verfahren der maschinellen Schlammentwässerung entwickelt. Bei Vergleichsuntersuchungen zur Wirkung unterschiedlich behandelter Schlämme auf den Pflanzenertrag hatte der ausgefaulte Naßschlamm die günstigste Wirkung. /1/ Durch eine Vielzahl gleichartiger Untersuchungen im In- und Ausland konnte nachgewiesen werden, daß der Nutzwert des Schlamms für die Landwirtschaft umso geringer wird, je mehr er entwässert wird. Ursache ist der Verlust an den wasserlöslichen N- und P-Verbindungen, die bei der Eiweißzersetzung während der Faulung entstehen. Sie werden durch die Entwässerung entzogen.

Bei der maschinellen Schlammentwässerung werden mit dem Fugat 72 Prozent des im Ausgangsschlamm enthaltenen N und 40 Prozent des P wieder in die ABA zurückgeführt. Während sie für die Pflanzen die wichtigsten Nährstoffe sind, bilden sie im Abfluß der ABA die bedeutendsten mineralischen Schadstoffe.

Diese Erkenntnisse waren Anlaß, die Prozeßstufe Schlammentwässerung kritisch zu betrachten und den Technologien der Naßausbringung größeres Augenmerk zu schenken, analog dem Vorgehen in der Landwirtschaft im Hinblick auf die Verwertung der Abprodukte aus der Tierproduktion.

Für die Naßschlammausbringung gibt es zwei Grundtechnologien:

- die mobile Ausbringung mit Tankfahrzeugen
- die hydromechanische Ausbringung und Verregnung.

Sie lassen sich in die Prozeßstufen Transport und Verteilung auf der Fläche unterteilen, dadurch besteht die Möglichkeit der Kombination, z. B. hydraulischer Transport und Verteilung mittels Tankfahrzeug und auch umgekehrt. Die mobile Ausbringung ist ohne besondere Schlammaufbereitung bis zu einem TS-Gehalt des Schlamms von 12 Prozent möglich. Eine Eindickung auf sechs Prozent TS-Gehalt sollte unbedingt erfolgen. Aus Praxisanlagen ist bekannt, daß dies ohne besonderen Aufwand als Schwerkrafteindickung in den Speichern erfolgt. Die Leistungsfähigkeit der Technologie wird maßgeblich von den Faktoren Transportentfernung und Tankvolumen beeinflußt. Ausführlich ist zu dieser Thematik bereits berichtet worden. /2/

Die Tatsache, daß Transport und Verteilung auf der Fläche mit demselben Fahrzeug erfolgen, ist ein erheblicher Vorteil gegenüber der Technologie der Ausbringung entwässerter Schlämme. Der entwässerte Schlamm muß gesondert auf Hängern zum Feldrand transportiert, dort abgekippt und erneut auf die Streufahrzeuge geladen werden. In der Regel ist ein dreimaliges Laden notwendig, wobei die Entnahme aus dem Trockenbeet den höchsten Zeitaufwand erfordert. Für 10 m³ ist etwa eine Stunde notwendig, während das 10-m³-Tankfahrzeug in maximal sechs Minuten, bei Fremdbefüllung in zwei Minuten befüllt werden kann. Die geringe Leistungsfähigkeit der Technologie für die Ausbringung entwässerter Schlämme erfordert einen absolut höheren Zeitaufwand für die Ausbringung, obwohl das Volumen nur etwa ein Fünftel des Naßschlamms beträgt. Die absoluten Kosten liegen auf Grund der geringen Arbeitsproduktivität ebenfalls höher.

Die höchste Arbeitsproduktivität und die geringsten Kosten sind durch die Naßschlammverregnung zu erwarten. Versuche, diese Technologie in die Praxis einzuführen scheiterten, da zu häufig Betriebsstörungen auftraten. Lediglich in der LPG Frühgemüsezentrum Dresden werden über Güllewerfer größere Schlammengen verteilt. Da das Gerät aber durch eine Arbeitskraft bedient werden muß, herrschen unhygienische und unästhetische Arbeitsbedingungen, weshalb man diese Art der Verteilung nicht zur allgemeinen Anwendung empfehlen kann. Dieser Standpunkt wird auch seitens der Leitung der LPG vertreten. Es besteht größtes Interesse daran, Voraussetzungen zu schaffen, daß die mechanisierte Verregnung über rollbare Regnerleitungen (RR) erfolgen kann.

Im Jahr 1978 ist eine großtechnische Versuchsanlage zur Naßschlammverregnung eingerichtet worden, um wichtige Betriebsparameter zu untersuchen. Der Schlamm wurde über einen Grobstoffabscheider gegeben. Das Gerät — als „Schlammwolf" bezeichnet — ist im VEB WAB Erfurt entwickelt worden. /3/ Wichtigster Teil ist ein aus Lochblechen bestehender Zylinder, Lochdurchmesser 15 mm, in dem sich eine Transportschnecke befindet. Alle Grobstoffe > 15 mm verbleiben im Zylinder und werden durch die Schnecke zu einem Abwurfschacht gefördert. Der von Grobstoffen befreite Schlamm gelangt in eine Bodenwanne und fließt danach dem Pumpensumpf oder Schlammspeicher zu.

An der Anlage wurden folgende Versuchsvarianten geprüft:

- Verregnung von Schlamm mit unterschiedlichem TS-Gehalt; drei, sechs oder neun
- Anwendung unterschiedlicher Betriebsdrücke: 0,25; 0,3; 0,4 MPa
- Regnertypen G 68 und U 64

Auf der Versuchsfläche waren vier Regner im Verband 30 m × 30 m stationiert. Innerhalb des Quadrats, dessen Eckpunkte die Regner bildeten, waren 25 Auffanggefäße auf der Fläche gleichmäßig verteilt aufgestellt, um die Niederschlagshöhe und die Gleichmäßigkeit der Verteilung messen zu können.

Bei der Verregnung von sechsprozentigem Schlamm mit 0,4 MPa Betriebsdruck ist eine starke Aerosolbildung zu erkennen. Dagegen tritt bei nur 0,3 MPa ein nahezu geschlossener Strahl aus dem Regner. Noch günstiger waren die Verhältnisse bei 0,25 MPa.

Auch die Niederschlagshöhe und Qualität der Verteilung waren bei 0,25 MPa Betriebsdruck recht gut. Die Niederschlagsdichte lag bei 22,3 mm/h mit einer Schwankungsbreite zwischen 11 mm und 30 mm. Durch die stärkere Überschneidung der Regnerkreise betrug die Niederschlagsdichte bei 0,4 MPa Betriebsdruck 31 mm/h und die Schwankungsbreite war größer, 13 mm bis 46 mm. Bei diesem Druck sollte im Verband 36 m × 36 m geregnet werden.

Die wichtigsten Versuchsergebnisse waren folgende:

- der günstigste Feststoffgehalt des Schlamms liegt bei fünf bis sechs Prozent
- der Betriebsdruck sollte nicht zu hoch sein, 0,25 MPa sind ausreichend
- bei Windgeschwindigkeiten bis 6 m/s und 0,3 MPa Betriebsdruck war die Qua-

lität der Schlammverteilung zufriedenstellend und eine Aerosolverwehung kaum festzustellen
– eine ausreichende Grobstoffabscheidung ist mit geringem Aufwand durch den Schlammwolf möglich
– der geeignetste Regner ist der G 68 mit 15 mm Düse.

Für den praktischen Einsatz ist der rollbare Regnerflügel RR 125/300 zu empfehlen. Mit 8 G 68 bestückt, lassen sich 120 $m^3$ Schlamm/h verteilen. Auf Grund der spezifischen Verhältnisse bei der Schlammverregnung (Ausbringung auf ein Feld) kann eine Person nur zwei derartige Maschinen bedienen, so daß die Arbeitsproduktivität 240 $m^3$/h beträgt. Bei fünf Prozent TS-Gehalt entspricht das 12 t TS/AKh. Dem steht eine Leistung von 1 t TS/AKh bei der Ausbringung entwässerten Schlamms bei fünf Kilometern Transportentfernung gegenüber. /2/ Als besonderes Charakteristikum der Naßschlammverregnung muß noch herausgestellt werden, daß die Leistung unabhängig von der Entfernung ist. Hinsichtlich der Kosten ergeben sich besonders günstige Verhältnisse, wenn eine vorhandene Regenanlage genutzt werden kann.

Ein noch offenes Problem ist die Bewirtschaftung großer Naßschlammspeicher, vor allem die Schlammhomogenisierung, um während der Verregnung einen Schlamm möglichst gleicher Qualität abzugeben. Der Lösung dieses Problems ist das Hauptaugenmerk bei den weiteren Forschungen zu widmen.

Wegen der Gefahr der Aerosolverwehung darf die Naßschlammverregnung analog der Abwasserverregnung nur in größerer Entfernung von Wohnsiedlungen und Verkehrswegen erfolgen. Für die Praxisanwendung wird deshalb vorgeschlagen, die Einsatzflächen entsprechend auszuwählen und Randflächen mit Tankfahrzeugen zu versorgen. Transportentfernungen von drei Kilometern sollten dabei möglichst nicht überschritten werden, was durch Ausrüstung des unterirdischen Rohrnetzes mit Zapfstellen zu sichern ist.

Nach der Erhebung vom Herbst 1977 fielen in der DDR 2,8 Mill. $m^3$ Schlamm/a (auf zehn Prozent TS-Gehalt berechnet) an. Der Anteil der landwirtschaftlichen Verwertung betrug 68 Prozent, davon nur sechs Prozent als Naßschlamm. In den VEB WAB Dresden und Frankfurt (Oder) betrug der Anteil der Naßschlammverwertung jedoch bereits 35 Prozent bzw. 26 Prozent.

Potentiell sind alle Abwasserbodenbehandlungsanlagen als Anwender zu betrachten. In der DDR sind 98 Anlagen für kommunales Abwasser vorhanden, deren Erschließungsfläche etwa 45 000 ha beträgt. /4/ An diesen Standorten könnte die Naßschlammverregnung mit hoher volkswirtschaftlicher Effektivität durchgeführt werden. Für große ABA ist territorial zu sichern, daß im Bereich der Schlammeinsatzflächen keine industriellen Tierproduktionsanlagen errichtet werden. Eine gute territoriale Abstimmung und die auf die industriemäßig organisierte Pflanzenproduktion ausgerichtete Eingliederung der Naßschlammausbringung durch Agrochemische Zentren (ACZ) oder Meliorationsgenossenschaften (MG) sind die Voraussetzungen für die verstärkte Einführung in die Praxis.

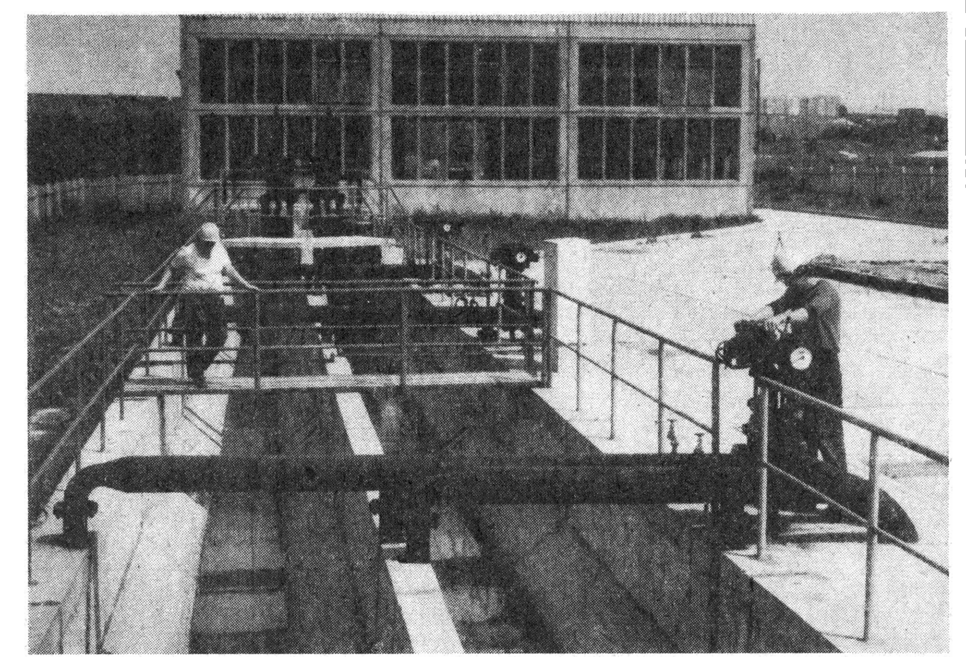
### Literatur


/1/ *Knauth, H.:* Vergleichende Untersuchungen zur Erfassung der Wirkungen kommunaler Abwasserschlämme auf die Bodenfruchtbarkeit. Schriftenreihe: Technik und Umweltschutz Nr. 12/76, S. 71 bis 86, VEB Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie

/2/ *Felgner, G.:* Organisation der landwirtschaftlichen Verwertung kommunaler Abwasserschlämme. WWT **26** (1976) 6, S. 202—206

/3/ *Kuhles, H.:* Verwertung von Klärschlämmen im VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Erfurt. WWT **29** (1979) 2, S. 46—47

/4/ *Krüger, W.,* u. *Schulz, F.:* Stand und Entwicklung der Abwasserbodenbehandlung in der DDR. Schriftenreihe: Technik und Umweltschutz Nr. 12/1976, S. 11 bis 30, VEB Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie

Die Kläranlage Halle Süd garantiert die vollbiologische Reinigung der kommunalen Abwässer für 115 000 EGW aus den Hallenser Wohngebieten Böllberg, Südstadt I—III und Silberhöhe. An neuen wissenschaftlich-technischen Erkenntnissen wurden hier realisiert: Belüftungskreisel mit automatischer Steuerung, Einsatz von Rechengutcontainern und hydromechanischer Sandfang.

(Fortsetzung von S. 407)

4/2/80-30: Nutzung des Spezialzuges „Auspressen“ als Torkretieranlage (Reg.-Nr.: 11/60/74/T), VEB WAB Suhl
4/2/80-31: Brunnenüberbauten aus Plaste (Reg.-Nr.: NV 11/120/74/T), VEB WAB Suhl
4/2/80-32: Kalksilofahrzeug auf Basis W 50 (Reg.-Nr.: NV 16/37/76), VEB FWV Torgau
4/2/80-34: Konstruktion einer zerlegbaren, transportablen Unterkunfts- und Baustellenbaracke (Reg.-Nr.: NV 21/17/77), WWD Stralsund
4/2/80-35: Sicherung der Funktion von Wehranlagen mit Fischbauchklappe (Reg.-Nr.: NV 21/72/77), WWD Stralsund
4/2/80-36: Begrünung Deich Schmollenseeniederung (Reg.-Nr.: NV 21/85/77), WWD Stralsund
4/2/80-37: Transportabler Feinpegel (Reg.-Nr.: NV 22/28/76), WWD Potsdam
4/2/80-38: Meßscheiben für Freispiegelleitungen (Reg.-Nr.: NV 22/87/76), WWD Potsdam
4/2/80-39: Veränderung der Wellenanlage am Dienstboot KB 12 A (Reg.-Nr.: 22/32/77), WWD Potsdam
4/2/80-40: Effektivierung von Talsperren (Reg.-Nr.: 25/16/75), WWD Halle
4/2/80-41: Elektronischer Summer für hydrometrische Flügel (Reg.-Nr.: NV 25/47/75), WWD Halle
4/2/80-42: Universalausleger (Reg.-Nr.: NV 24/27/77), WWD Halle
4/2/80-43: Messerbohrkopf zur Reinigung von Wasserversorgungsleitungen (Reg.-Nr.: NV 36/38/76/I/5/L), VEB Projektierung Wasserwirtschaft
4/2/80-44: Senkkörperverschluß für Entnahmeeinrichtungen und Grundablässe in Talsperren (Reg.-Nr.: NV 36/137/76/IV/10), VEB Projektierung Wasserwirtschaft
4/2/80-45: Leichtbau-Druckluftpumpe als Baukastensystem (Reg.-Nr.: NV 36/92/77/I/11/L), VEB Projektierung Wasserwirtschaft
4/2/80-46: Gewindeschneidvorrichtung (Reg.-Nr.: NV 207/676), VEB Wasserbehandlungsanlagen Berlin
4/2/80-56: Einbaugerät für Aktivanoden (Kat.-Nr.: 4/27), VEB SBK Wasserbau Komb. Betr. Dresden
4/2/80-57: Foliendichtigkeitsprüfgerät (Kat.-Nr.: 4/21), VEB SBK Wasserbau Weimar
4/2/80-58: Kreisförmige Schalung für Entnahmebauwerke von Talsperren sowie turmartige Bauwerke (Kat.-Nr. 4/23), VEB SBK Wasserbau Weimar
4/2/80-59: Informationskatalog Ratiomittel für den Bau eingeerdeter Rohrleitungen NW 100-1400 (Kat.-Nr. 4/24), VEB SBK Wasserbau Weimar
4/2/80-60: Technologische Arbeitsmappe „Rohrverlegung“ (Kat.-Nr.: 4/26), VEB SBK Wasserbau Weimar
4/2/80-64: Kunststoff-Foliendichtung im Wasserbau (Kat.-Nr. 4/20), VEB SBK Wasserbau Weimar, Forsch.-Außenst. Blankenburg
4/2/80-65: Schablonen für Formstücke bei Fernwasserleitungen (Kat.-Nr.: 4/25), VEB SBK Wasserbau Betrieb Blankenburg
5/3/80-13: Vollmontagefähige Abwasserschächte (Reg.-Nr.: NVe 43), VE STK Erfurt
5/3/80-22: Baustein für eine komplette Kleinenthärtungsmaschine, VEB Wasseraufbereitungsanlagen Markkleeberg

# Anwendungshinweise für den Einsatz von Klärschlamm aus kommunalen Abwasseranlagen in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion – Naßschlamm, Trockenbeetschlamm, Mischkompost

Dozent Dr. sc. agr. Reinhart METZ
Beitrag aus der Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Pflanzenproduktion

Konzentration und Spezialisierung in der gesamten Volkswirtschaft und der Aufbau großer modern ausgestatteter Wohngebiete führen zwangsläufig örtlich konzentriert zu einem erhöhten Anfall von Abprodukten. Sowohl die Verfassung der DDR als auch die weitere Gesetzgebung (Volkswirtschaftspläne, Landeskulturgesetz, Wassergesetz) bestimmen, daß industrielle und kommunale Rückstandsprodukte im Interesse der Erhaltung einer gesunden Biosphäre sinnvoll verwertet bzw. schadlos beseitigt werden müssen. Diese Aufgabe und Verpflichtung obliegt den Verursachern der Umweltbelastung. Für die Behandlung der Abprodukte aus dem kommunalen Bereich treten VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung, VEB Stadtwirtschaft als Betreiber von Aufbereitungs- und Verwertungsanlagen auf und sind verantwortlich für die umweltfreundliche Rückführung aller Abprodukte in den natürlichen Stoffkreislauf. Abfälle der Produktions- und Konsumtionssphäre mit einem verwertbaren Gehalt an Pflanzennährstoffen und unschädlichen Mengen weiterer Begleitstoffe sind unter Beachtung von Restriktionen (TGL 26 056/02) in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion zu nutzen. Andere Verfahren zum Eliminieren dieser Inhaltstoffe sind nur mit erheblichem technischem und ökonomischem Aufwand und meist unbefriedigend wirksam. In der Interessengemeinschaft von Umweltschutz, Wasserwirtschaft und Hygiene erfüllt die Pflanzenproduktion über die Entsorgungsfunktion des Bodens eine wichtige landeskulturelle Aufgabe.

Bei der Abwasserreinigung in Kläranlagen fällt ganzjährig und kontinuierlich Frischschlamm an. Dieses wässrige und fäulnisfähige Abprodukt ist je nach Herkunft mit sehr unterschiedlichen Anteilen mineralischer und organischer Inhaltstoffe angereichert und belastet bei der Ableitung die Umwelt.

Auf Pflanze, Mensch und Tier toxisch wirkende Bestandteile sowie virulente Krankheitskeime sind bei den derzeitigen Anfallmengen mit volkswirtschaftlich vertretbaren technischen Verfahren nicht völlig zu eliminieren. Ungeordnete Deponie oder Verbrennen beseitigen die Gefahr für die Biosphäre nicht, weil bei der Ablagerung von Rückständen (auch Asche) die Eutrophierung der Vorflut und des Grundwassers nicht auszuschließen ist.

### Verfahren der landwirtschaftlichen Schlammverwertung

Die Verwertung aufbereiteter kommunaler Abwasserschlämme (ausgefault, getrocknet bzw. kompostiert) in der Pflanzenproduktion ist unter Berücksichtigung hygienischer Restriktionen sowie bei Bilanzierung pflanzen- und bodenschädigender Begleitstoffe ein gefahrloser Weg zum Wiedereinsatz nutzbarer organischer und mineralischer Inhaltstoffe. Toxische Elemente werden unter Beachtung von Grenzwerten in den natürlichen Stoffkreislauf zurückgeführt.

Klärschlamm hat keine beständigen Qualitätseigenschaften und ist deshalb nicht als Düngestoff zu bezeichnen. Der Einsatz als Naß- oder Trockenbeetschlamm ist von den territorialen Bedingungen des Anfalls und der Aufbereitung abhängig.

Ausgefaulter Naßschlamm (3 bis 5 Prozent Trockenmasse) entsteht durch anaerobe Stabilisierung des Abwasserfrischschlammes in Kläranlagen. Es ist schwierig und nur in gut gegen den Untergrund abgedichteten Speichern zwischenzulagern. Zum Ausbringen sind leistungsfähige Pump- und Beregnungsaggregate erforderlich. Der Tankwageneinsatz ist nur für begrenzte Mengen und Flächen möglich. Aus technologischen Gründen sind Einzelgaben von 100 bis 200 m³/ha unter Berücksichtigung der Begleitstoffe gleichmäßig auszubringen und einzuarbeiten. Trockenbeetschlamm wird mit zeit- und/oder energieaufwendigen Entwässerungsverfahren aus Naßschlamm gewonnen. Er ist mit 30 bis 40 Prozent Trokkenmasse leichter zu stapeln und zu transportieren als Naßschlamm. Die Verteilung auf den Nutzflächen wird mit dem Stalldungstreuer vorgenommen. Aufwandmengen bis 100 t/ha können einheitlich verteilt und eingearbeitet werden. Bei hohen Einzelgaben sind die Inhaltstoffe zu beachten.

*Schlammkomposte* werden aus entwässertem Schlamm (>25 Prozent Trockenmasse) unter Zusatz von kohlenstoffreichen Materialien (Stroh,Torf u. ä.) hergestellt. Erwärmen sich die Kompostmieten beim Rotteprozeß auf 50 bis 60 °C, werden pathogene Erreger im Klärschlamm inaktiviert (TGL 26 056/02). Durch mehrfaches Umsetzen erhöht sich die Entseuchungswirkung. Zum Ausbringen eignet sich die Stalldungtechnik.

Die Art der Schlammaufbereitung und des Verwertungsverfahrens ist territorial zu entscheiden. Sie ist von den vorhandenen Anlagen und den volkswirtschaftlich vertretbaren Investitionen abhängig. Die Aus-

*Tafel 1*
Ausbringekosten (M/m³) der Schlammverwertung in Abhängigkeit vom Verfahren (bei Ausführung durch das ACZ)

| Schlammart | Trockenmasse (%) | Originalsubstanz (m³/t Trockenmasse) | Ausbringeverfahren | Ausbringekosten M/m³ Originalsubstanz (ab Feldrand) |
|---|---|---|---|---|
| Naßschlamm | 5 | 20 | Verregnung | ~ 0,50 |
| Naßschlamm | 12 | 8 | Tankwagen | ~ 3,00 |
| Trockenbeetschlamm | 30—40 | 3 | Streufahrzeug | ~ 4,00 |
| Schlammkompost | 30—40 | 3 | Streurahrzeug | ~ 4,00 |

*Tafel 2*
Makronährstoffe im Klärschlamm (g/kg)*)

| Nährstoff | Frischmasse | | Trockenmasse | |
|---|---|---|---|---|
| | Naßschlamm (5 % Trockenmasse) | Trockenbeetschlamm (40 % Trockenmasse) | Naßschlamm | Trockenbeetschlamm |
| N ges. | 2,0 | 7,0 | 40 | 17,5 |
| N lösl. | 0,5 | 1,0 | 10 | 2,2 |
| P ges. | 1,5 | 2,0 | 30 | 5 |
| P lösl. | 0,4 | 0,5 | 8 | 1,2 |
| K lösl. | 0,2 | 0,1 | 4 | 0,3 |
| Mg lösl. | 0,2 | 0,2 | 4 | 0,5 |

*) Die Werte für Naßschlamm und für Trockenbeetschlamm sind aus unterschiedlichen Partien bzw. Anlagen und stehen deshalb nicht unmittelbar in Beziehung.

*Tafel 3*
Fruchtartenspezifische Richtwerte für die Dosierung von Klärschlammgaben (Originalsubstanz)*)

| Fruchtart | Naßschlamm (5 % Trockenmasse) m³/ha | Trockenbeetschlamm (40 % Trockenmasse) t/ha | pflanzenlösliche Nährstoffe N : P (kg/ha) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Naßschlamm | Trockenbeetschlamm |
| Wi.-Getreide So.-Getreide Speisekart. | 50 | 25 | 25:20 | 25:12 |
| Fu.-Roggen Mais-Zw.fr. Grünhafer Stoppelfr. Futterkart. | 100 | 50 | 50:40 | 50:25 |
| Zuckerrüben Feldgras Markstammk. Silomais | 200 | 100 | 100:80 | 100:50 |

*) Der Gehalt an Spurenelementen im Klärschlamm kann die empfohlenen Aufwandmengen begrenzen (Tafel 4)

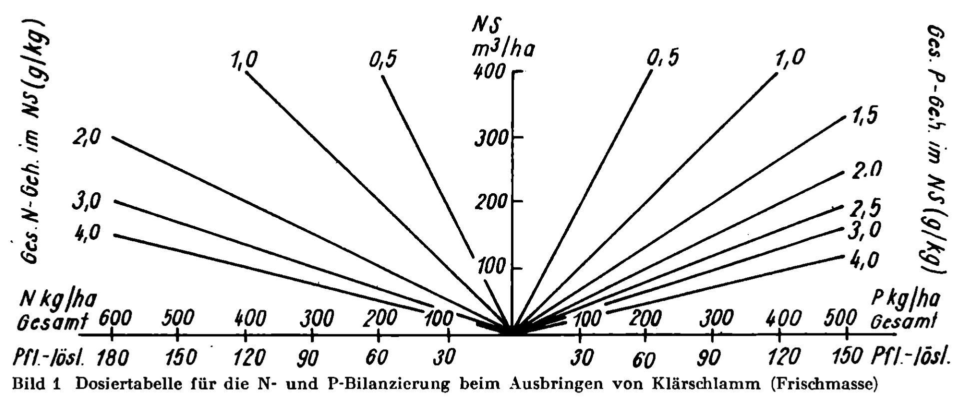


Bild 1 Dosiertabelle für die N- und P-Bilanzierung beim Ausbringen von Klärschlamm (Frischmasse)

*Tafel 4*
Vorläufige Richtwerte für tolerierbare Bodengehalte als Grenzwerte für die Bilanzierung von Schlamminhaltstoffen (ppm in der TM)

| Element | tolerierbarer Bodengehalt*) | häufige Gehalte im Klärschlamm | Boden |
|---|---|---|---|
| B | 25 | 80—100 | 5—30 |
| Cu | 100 | 300—2 000 | 5—20 |
| Zn | 300 | 2 000—20 000 | 10—50 |
| Mo | 5 | 4—200 | 1—5 |
| Cd | 5 | 3—150 | 0,1—1 |
| Hg | 5 | 5—17 | 0,1—1 |
| Pb | 100 | 200—1 000 | 0,1—20 |
| Co | 50 | 0—170 | 0,1—20 |
| Cr | 100 | 200—5 000 | 10—50 |
| Ni | 50 | 100—300 | 10—50 |

*) Werte nach Kloke (1978)

bringekosten (ab Feldrand) sind dabei eine Orientierung für notwendige Entscheidungen (Tafel 1).

**Pflanzennährstoffe im Klärschlamm**

In der Pflanzenproduktion ist der Gehalt an Stickstoff, Phosphor und Kalk im Klärschlamm zu nutzen. Der niedrige Kaligehalt soll aus dem Bodenvorrat oder durch Zudüngung ausgeglichen werden (Tafel 2).

Auf Grund der Herkunft bestehen zwischen einzelnen Abwasserschlämmen erhebliche Unterschiede in der Zusammensetzung. Vor der Verwertung in der Pflanzenproduktion müssen deshalb Analysen der wichtigsten Makro- und Mikroelemente angefertigt werden.

Größten Einfluß auf die Ertrags- und Qualitätsbildung nimmt der Stickstoff. Im Naßschlamm sind etwa 30 Prozent, im Trockenbeetschlamm nur etwa 15 Prozent des Gesamtgehaltes pflanzenlöslich (vorwiegend $NH_4$-N). Dieser Stickstoffgehalt ist bei der Mineraldüngung zu berücksichtigen (Tafel 3). Auch der organische Stickstoffanteil wird während der Vegetationszeit teilweise pflanzenverfügbar (Tafel 3).

Dosiertabellen zum Berechnen der Schlammeinsatzmenge in Abhängigkeit vom N- und P-Gehalt ermöglichen gleichzeitig das Ablesen notwendiger Ergänzungsdüngungen mit diesen Nährstoffen (Bild 1 und Bild 2).

**Mikronährstoffe und weitere Spurenelemente**

In Abhängigkeit von der Herkunft des Abwassers ist Klärschlamm mit verschiedenen Spurenelementen unterschiedlich versetzt. Die Elemente Cd, Cr, As, Pb, Hg, Cu und Zn gelten bei überhöhtem Auftreten als besonders umweltbelastend. Sorptionsstarke Böden sowie gute Phosphor- und Kalkversorgung des Standortes fördern das Festlegen besonders auch der schädigenden Schwermetalle.

Einsatzmengen werden begrenzt durch den Gehalt an Spurenelementen im Schlamm und im Boden. Klärschlamm kann nur anhand von Analysenwerten und Berücksichtigung von Bodengrenzwerten ausgebracht werden. Wenn der Gehalt eines Elements im Schlamm über dem tolerierbaren Bodengrenzwert liegt, muß die Schlammeinsatzmenge berechnet und entsprechend reduziert werden (Tafel 4).

Die Ermittlung der möglichen Schlamm- oder Komposteinsatzmenge in t/ha Trockenmasse für den Einzelfall erfolgt entsprechend der Kreuzregel nach folgender Formel (Gehalt und Grenzwert in ppm):

(tolerierbarer Bodengehalt —
nat. Bodengehalt) × 3000
Gehalt im Klärschlamm —
tolerierbarer Bodengehalt

Das Element mit der höchsten Grenzwertüberschreitung bestimmt die gesamtmögliche Schlammaufwandmenge. Ohne Analysenergebnisse des Schlammes und ohne Kenntnis der Bodengehalte darf Klärschlamm nicht auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgebracht werden.

**Organische Substanz im Klärschlamm**

Die organische Substanz des Klärschlammes wirkt als Nährstoffträger und Bodenverbesserungsmittel in der Pflanzenproduktion (Tafel 5).

Naßschlamm mit technologisch begrenzten Aufwandmengen und niedrigen C-Gehalten in der Frischmasse (ein bis zwei Prozent) hat eine stimulierende Wirkung auf die biologische Aktivität im Boden. Gemeinsam mit kohlenstoffreichem Material ausgebracht (Strohdüngung), trägt er zur Erhöhung der organischen Substanz bei.

Entwässerter Schlamm und Schlammkomposte mit C-Gehalten von sechs bis über acht Prozent in der Frischmasse können unter Berücksichtigung ihrer sonstigen Begleitstoffe in höheren Einzelgaben verteilt und eingearbeitet werden. Dadurch wirken diese Substanzen unmittelbar auf die Steigerung des Humusgehaltes und auf die Bodenverbesserung.

*Tafel 5*
$C_t$-Gehalt im Klärschlamm und Anreicherung des Bodens mit org. Substanz bei der Schlammverwertung

| | $C_t$-Gehalt % der TM | Organ. Subst. % der TM | Organ. Subst. (t) in 5 t Schlammtrockenmasse*) |
|---|---|---|---|
| Naßschlamm | 25 | 45 | 2,0—2,5 |
| Trockenbeetschlamm | 20 | 35 | 1,5—2,0 |
| Feldbaukompost | 30 | 50 | 2,5 |

*) 5 t Schlammtrockenmasse entsprechen 100 m³ Naßschlamm (5 % TM) bzw. 125 dt Trockenbeetschlamm (40 % TM)

**Klärschlammwirkung auf die Reaktionsverhältnisse im Boden**

Klärschlamm hat in Abhängigkeit seiner Herkunft sehr unterschiedliche Kalkgehalte, und es treten große Spannweiten der pH-Werte auf.

Naßschlamm weist häufig pH-Werte zwischen 7 und 9, Trockenbeetschlamm zwischen 5 und 7 auf, während Schlammkomposte je nach der Art der Zuschlagstoffe pH-Werte von etwa 6 bis 7 besitzen.

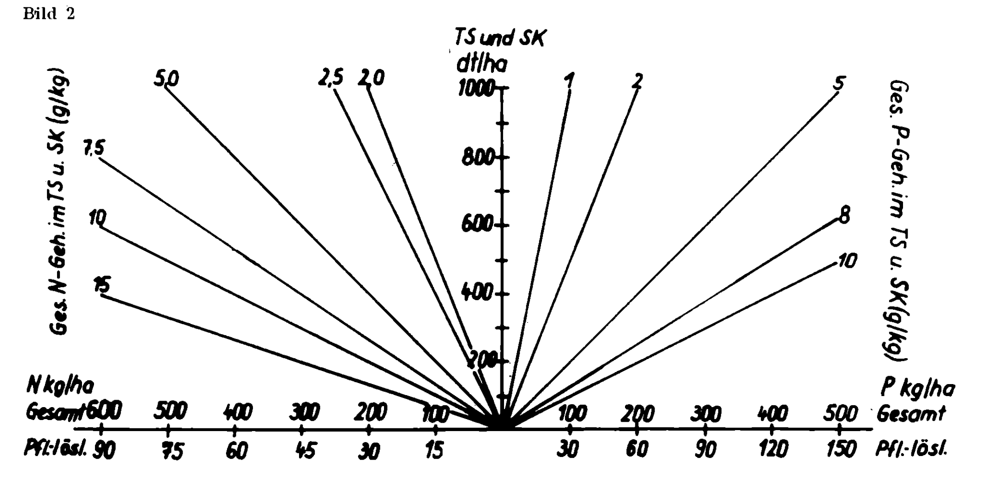
Die Bodenreaktion wird durch Naßschlammgaben nur vorübergehend basisch beeinflußt. Beschleunigte Mineralisierung sowie Bindung von Schwermetallionen an basische Gruppen führen zum pH-Rückgang. In Verbindung mit der Naßschlammausbringung ist der Kalkhaushalt des Bodens zu beachten.

Entwässerter Schlamm und Schlammkomposte erhöhen dagegen auf schwachsauren Böden den pH-Wert und können die zusätzliche Kalkversorgung einschränken.

**Virulente Keime und Krankheitserreger im Klärschlamm**

Bei den derzeitigen Anfallmengen von Klärschlamm sind Verfahren zur vollständigen Pasteurisierung nur mit erheblichem technischem und energetischem Aufwand

Bild 2



möglich. Erhitzen des Schlammes (mindestens 20 Minuten bei 70 °C) oder der Zusatz von Desinfektionsmitteln scheiden aus volkswirtschaftlichen Gründen aus.

Als einziges praktikables Verfahren ist die Schlammkompostierung (d. h. mit einmaligem Umsetzen zweimaliges Erwärmen auf mindestens 55 °C und fünf Tagen Einwirkungszeit) anzuwenden. Die Erwärmung wird durch Zusatz von leicht zersetzbarem C-reichem Material und ausreichende Durchlüftung gefördert. Zur Kompostierung ist entwässerter Schlamm mit > 25 Prozent Trockenmassegehalt notwendig. Da nicht der gesamte Schlammanfall vorgetrocknet werden kann und auch in Kompostmieten nicht durchgängig die geforderten Abbaubedingungen aufrechtzuerhalten sind, werden Nichtanwendungszeiten vorgeschrieben.

Mit dem Schlamm ausgebrachte

| | |
|---|---|
| Kolibakterien sind | bis 120 Tage |
| Salmonellen | bis 60 Tage |
| Bandwurmeier | bis 160 Tage |

Spulwurmeier dagegen über 160 Tage im Boden lebensfähig.

Deshalb ist nichtpasteurisierter Klärschlamm unmittelbar nach dem Ausbringen einzuarbeiten. Bis zur Nutzung von Ernteprodukten auf Schlammeinsatzflächen ist eine Nichtanwendungszeit von mindestens fünf Monaten einzuhalten.

**Einsatzmengen und Einsatzzeitspannen**

Klärschlammeinsatzmengen werden durch Gehalt des Schlammes an Pflanzennährstoffen (besonders Stickstoff) und an Spurenelementen (besonders Schwermetalle), aber auch durch technische und technologische Grenzen beim Verteilen und Einarbeiten bestimmt.

Naßschlamm ist bis zu Aufwandmengen von 200 – 300 m³/ha gleichmäßig zu verteilen, wenn die Bodenfläche zuvor ausreichend aufgelockert wird. Höhere Aufwandmengen laufen oberflächig zusammen und sind nur schwer einzuarbeiten.

Trockenbeetschlamm ist häufig trockenklutig und teilweise feucht-schmierig. Aufwandmengen zwischen 20 und 100 t/ha lassen sich mit dem Stalldungstreuer ausbringen und mit flachangreifenden Geräten (Scheibenegge, Grubber) in der oberen Bodenschicht gleichmäßig verteilen. Höhere Einzelgaben führen in der Krume zur Bildung von Nestern und Schichten, die nur mit zusätzlichem Aufwand eingemischt werden können.

Schlammkomposte und zentrifugierte Klärschlämme sind feinkrümelig und lassen sich in beliebiger Aufwandmenge mit dem Boden gleichmäßig vermischen. Die Einsatzgrenze wird durch den Inhaltstoffgehalt und aus ökonomischen Gründen gesetzt.

Einsatzzeitspannen sind bestimmt von
- den Anforderungen der fruchtartenspezifischen Produktionsverfahren
- hygienischen Restriktionen
- boden- und witterungsbedingten Ausbringemöglichkeiten.

Während im Vorwinter und Winter die geringste Umweltbelastung bei der Schlammausbringung eintritt, ist die Nährstoffverwertung bei Gaben zu Vegetationsbeginn günstiger. Klärschlamm ist unbedingt und unmittelbar einzuarbeiten.

**Fruchtfolgegestaltung in Abwasserschlammverwertungsgebieten**

Für den Klärschlammeinsatz sind unter Berücksichtigung der Nährstoffverwertung besonders geeignet:
- abgeerntete Getreideflächen (möglichst mit Strohdüngung) für nachfolgenden Hackfruchtanbau
- Anbauflächen für Ackergras und
- Schläge für den Zuckerrüben- und Kartoffelbau vor der Grundbodenbearbeitung sowie begrenzt
- Winterzwischenfruchtschläge unmittelbar nach dem Abernten von dem Zweitfruchtanbau.

Daraus sind folgende Fruchtfolgepaare abzuleiten:
- Ackergras – Hackfrucht (Silomais, Kartoffeln, Zuckerrüben, Gemüse)
- Winterzwischenfrucht/Mais – Getreide (Winterweizen, Winterroggen)
- Winterzwischenfrucht/Mais – Hackfrucht (Gemüse, Kartoffeln, Zuckerrüben)
- Kartoffeln – Getreide (Winterweizen, Wintergerste)
- Kartoffeln – Winterzwischenfrucht/Mais
- Zuckerrüben – Hackfrüchte (Kartoffeln, Gemüse)
- Zuckerrüben – Getreide (Winterweizen, Hafer)
- Winterweizen – Getreide

Aus derartigen Kombinationen sind Fruchtfolgen entsprechend den betrieblichen Anforderungen aufzustellen.

Zwischen einzelnen Schlammgaben sollten mindestens ein- bis zweijährige Abstände zum Verbrauch überschüssiger Nährstoffe und zum Abbau bzw. zur Sorption von sonstigen Begleitstoffen eingehalten werden. Nur durch verantwortungsvolle Bilanzierung der Klärschlammbegleitstoffe ist die effektive landwirtschaftliche Schlammverwertung ohne Gefahr von Folgeschäden in der Ernährung bzw. in der Biosphäre möglich.

Die vorliegenden Anwendungshinweise stützen sich auf folgende gesetzliche Grundlagen:
- Landeskulturgesetz vom 14. 5. 1970 Gesetzblatt I/1970, Nr. 12, S. 67–74
- 1. bis 4. Durchführungsverordnung zum Landeskulturgesetz vom 14. 5. 1970 Gesetzblatt II/1970, Nr. 46, S. 331
- Wassergesetz vom 17. 4. 1963 Gesetzblatt I/1963, Nr. 5, S. 77–82
- TGL 26056/2 Abwasserrückstände vom 1. 1. 1973
- Vereinbarung über die Verwertung des Klärschlammes in der Pflanzenproduktion vom 25. 1. 1977 abgeschlossen zwischen dem Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft sowie dem Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft

Eine umfassende Literaturzusammenstellung enthält die Dissertation „Verwertung lokal anfallender, stark stickstoffhaltiger Abprodukte in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion“, vorgelegt vom Verfasser dieser Anwendungshinweise an der Humboldt-Universität zu Berlin im Dezember 1979.

Der Verfasser bedankt sich für wertvolle Anregungen und kritische Hinweise bei den Herren Professoren Dr. sc. *P. Müller*, Sektion Pflanzenproduktion Humboldt-Universität Berlin, Dr. sc. *P. Eich* und Dr. sc. *K. Schwarz*, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg sowie den Herren Dr. *G. Felgner*, Forschungszentrum Wassertechnik, Dr. *K. Krannich*, Bezirkshygieneinspektion Potsdam, und Dr. *L. Böhme*, ACZ Berlin.




## Bücher

**Xanthophyceae. 2. Teil.**
Prof. Dr. rer. nat. A. Rieth.
Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 4.
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1980

Mit der Beschreibung der in Mitteleuropa bisher nachgewiesenen 32 Arten Süßwasser- und süßwasserfeuchte Standorte bewohnenden Vaucheriales wurde die Neubearbeitung der Xanthophyceen abgeschlossen. Sie erschien als Bd. 4 der in nunmehr 24 Bänden geplanten Neuauflage der *Pascher*schen „Süßwasserflora“. Wie die schon vorliegenden Teile zeichnet sich auch dieser Band durch seine klare Darstellung und hohe Druckqualität aus. Die Vaucheriaceen stehen den übrigen heterokonten Algen etwas fern. Das war der Grund, sie in einem besonderen Teil, und durch einen Spezialisten dieser Gruppe bearbeitet, herauszugeben.

Dem speziellen Teil ist eine 34seitige Beschreibung der Morphologie der Algengruppe, ihrer Fortpflanzung, ihres Vorkommens, ihrer Kultivierung und der bisher bekannten Parasiten vorangestellt. Man darf sicher sein, daß auch dieser Band in Kürze zur Standardliteratur am hydrobiologischen Arbeitsplatz gehören wird.

*Breitig*

**Lake metabolism and management**
(Seenstoffwechsel und Seenbewirtschaftung).
Arch. Hydrobiol., Beih. Ergebnisse der Limnologie H. 13, E. Schweizerbart, Stuttgart 1979

Anläßlich des 500jährigen Jubiläums der Universität Uppsala fand vom 22. bis 27. August 1977 ein Symposium unter obigem Thema statt, organisiert vom Limnologischen Institut der Universität. 24 Beiträge namhafter Fachleute repräsentieren einen Querschnitt aktueller Ergebnisse der Stoffhaushaltsforschung an Seen und des aktiven Bemühens um die Erhaltung oder Sanierung ausgewählter Seen. Das Gastgeberland Schweden zählt zu den führenden Staaten auf dem Gebiet des Seenschutzes, die Erfolge bei der Seenrestaurierung sind beispielhaft. Diese Tatsache spiegeln die sechs Beiträge der schwedischen Limnologen wider. Jene der Gastvortragenden beschäftigten sich mit weiteren naturwissenschaftlichen oder technologischen Aspekten des Seenschutzes, so daß insgesamt eine Sammlung von Berichten mit hohem aktuellen Informationsgrad über die Erforschung des Stoffumsatzes durch Bakterien, Phytoplankton, Makrophyten, Bodenfauna und den Fischbestand und über die Erkenntnisse des aktiven Gewässerschutzes vorliegt.

*Breitig*

## Entgegnung zum Beitrag

# „Probleme des Korrosionsschutzes erdverlegter Rohrleitungen"

(WWT 30 (1980) 4, S. 125–127)

Dipl.-Ing. H. NONNEWITZ, KDT
Diskussionsbeitrag aus dem VEB Projektierung Wasserwirtschaft

Im Beitrag „Probleme des Korrosionsschutzes erdverlegter Rohrleitungen" hat *Pohlmann* in WWT 30 (1980) 4 einige Fragen aufgeworfen, die den Korrosionsschutz von Stahlrohrleitungen in der Wasserversorgung hauptsächlich betreffen.

Die Aussagen sind vorwiegend für den Projektanten und Betreiber informativ, jedoch für die praktischen Anwendungsfälle teilweise widersprüchlich.

Der Schwerpunkt — Innenschutz — ist besonders problematisch, da er bei dem Betrieb von Rohrleitungen weitestgehend einer Kontrolle entzogen ist.

Die Korrosionsangriffe durch Kaltwasser sind nach TGL 11465 /3/ gemäß Tab. 6 geringer als durch Erdstoffe für die Korrosivitätsgrade 2 bis 8, unter Beachtung der teilweisen Wassersättigung im Boden, jedoch sind die Schäden aus Ablöseerscheinungen des bituminösen Innenschutzes erheblich.

Vor 1970 wurde analog TGL 7534/6/ und TGL 21230/7/ Bitumen der Güte bi 105/15 und bi 115/15 als Beschichtungsmaterial eingesetzt.

Trotz dieser höheren Qualität gegenüber bi 85/25 stellte *Evans* /9/ im Jahre 1939 und in jüngster Zeit auch andere Fachleute /10, 11/ fest, daß auf Grund des Wasseraufnahmevermögens der Bitumina Quellerscheinungen, Rißbildungen und damit Ablösungen von Bitumenschichten nachgewiesen sind.

In /8/ wird berichtet, daß 1976 eine 17 km lange Transportleitung der Wuppertaler Wasserversorgung saniert werden mußte, da durch angenommene Wasserdampfdiffusion Aufblähungen verursacht wurden und abgespülte Bitumenteilchen im Rohrnetz auftraten.

Aus diesen Gründen und auch rohstoffbedingt, geht in Übereinstimmung mit *Pohlmann* der internationale Trend zu anderen Werkstoffen und ZM-Auskleidung von Stahlleitungen.

Der Verfasser stellt fest, daß mit dem Einsatz von Aktivanoden an den Schweißnahtzonen innenbituminierter Stahlleitungen ein geeignetes und gesichertes Verfahren existiert.

Andererseits kommt er zu dem Schluß, daß für eine Lebensdauer $\geqq 80$ Jahre dieses Verfahren nicht geeignet ist und eine Übergangslösung darstellt.

In beiden Schlußfolgerungen wurde eine unterschiedliche Lebensdauer zugrunde gelegt. Dazu ist festzustellen, daß der bituminöse Innenschutz durch das zur Zeit verwendete Bitumen mit und ohne Aktivanoden erwiesenermaßen für die geforderte Lebensdauer in der Wasserwirtschaft ungeeignet ist. Hinzu kommt noch, daß die Aggresivitätsgrade gemäß TGL 22769/03/04/ der Roh- und aufbereiteten Wässer weiter steigen werden. Damit gibt es auch echte Ansatzpunkte für eine gezielte Aufbereitung im Sinne der Material- und Instandhaltungsökonomie bei Orts- und Fernleitungen.

Der dargestellte Widerspruch, aber vor allem die Tatsache, daß entgegen bisheriger Festlegungen der Staatlichen Bauaufsicht Wasserwirtschaft bis Dezember 1979 erst eine Aufgrabung zur Untersuchung der Anodenwirksamkeit bekannt ist (Betriebszeit von 1,4 Jahren), kann derzeitig nicht dazu verleiten, die Opferanode immer häufiger bzw. grundsätzlich anzuwenden.

Die Materialökonomie bei Rohrleitungen der Wasserwirtschaft beschränkt sich nicht nur auf den Kostensatz der Rohrhersteller und Rohrleitungsbaubetriebe, sondern endet mit der effektiven Grundmittelauslastung. Das bestehende Verhältnis zwischen Rekonstruktionsbedarf und Rekonstruktionsvermögen läßt schlußfolgern, daß bessere Schutzverfahren und gezielte Werkstoffsubstitution eine echte Alternative bieten.

Die Beiträge von *Elsner* /1/ und *Lidzba* /2/ zum Problem der Ermittlung der Rekonstruktionsrate für Wasserversorgungsleitungen unterstreichen die Bedeutung eines effektiven Korrosionsschutzes nachhaltig.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß nur ZM- und Plastbeschichtungen als Innenschutz von Stahlrohrleitungen mit entsprechender Verbindungstechnik und die Rohrwerkstoffsubstitution durch Thermoplast, Duroplast, duktilen Graugruß und Spannbeton analog dem Stand der Technik für eine Lebensdauer von $\geqq 80$ Jahren in Frage kommen.

Zur Zeit werden vom VEB MAW Keulahütte rund 300 km Jahresproduktion duktiler Gußrohre in den NW 80 bis 500 mm zum größten Teil als Lagergut gehalten, weil die Abnahme fehlt.

Der K-Wert ($< 2{,}0$) die Druckstufen (1,0, 1,5 und 2,5 MPa) sowie die Zugfestigkeit von $> 400$ MPa erlauben einen effektiven Einsatz, der auf Grund des hohen Zeitstandverhaltens ($> 80$ Jahre) zur sofortigen Anwendung dieser Rohre in der Wasserwirtschaft auffordert.

*Pohlmann* ist zu danken, daß er die Probleme des Korrosionsschutzes erdverlegter Rohrleitungen herausgestellt hat.

### Literatur

/1/ *Elsner, H.:* Ermittlung der Rekonstruktionsrate für Wasserversorgungsleitungen. WWT 30 (1980) 1, S. 30, und WWT 29 (1979) 4

/2/ *Lidzba, B.:* Entgegnung zu /1/, WWT 29 (1979) 7, S. 246, 247

/3/ TGL 11465 Stahl in Wässern und Erdstoffen, Ausg. 04/70

/4/ TGL 22769/03 Druckrohrleitungen der Wasserversorgung, Grundsätze für Projektierung, Bau und Betrieb, Ausgabe 10/76

/5/ TGL 18720 Grundsätze für die Sicherung der Qualität des Korrosionsschutzes, Ausg. 03/77

/6/ TGL 7534 Bitumenüberzüge auf Rohren und Formstücken aus Stahl oder Gußeisen, Ausg. 12/60 und Entwurf 09/79

/7/ TGL 21230 Geblasene Bitumen, Ausgabe 12/68

/8/ Schwierigkeiten mit bitumenausgekleideten Rohren. Gas, Wärme, Wasser 30 (1976) 9

/9/ *Evans, U. R.:* Korrosion, Passivität und Oberflächenschutz von Metallen. Verlag von J. Springer, Berlin 1939, S. 31–34

/10/ *Sommer, K.:* Erkenntnisse über Rißbildung und Ablöseerscheinungen der inneren Bitumenschicht von Stahlrohrleitungen. WWT 27 (1977) 12, S. 402—403

/11/ *Hemmann, H.:* Der Rohrmaterialeinsatz im Fernwasserleitungsbau der DDR. WWT 29 (1979) 5, S. 149—150

# Vergleichende Betrachtungen an Abwasserteichanlagen auf Rügen

Dr. Siegfried SCHWARZ
Beitrag aus dem Hygiene-Institut des Bezirks Rostock in Greifswald

Oxydations- und Stabilisierungsteiche als natürlich belüftete biologische Langzeitanlagen setzen sich vor allem in den ländlichen Gebieten immer mehr durch. *Uhlmann* untersuchte im Süden der DDR neben abwasserbelasteten Dorfteichen bereits kleine Abwasserteichsysteme. Die auf biologische Daten orientierte Beurteilung der Abbauleistung wird an der Benennung eines dreiteiligen Systems in Bakterien-, Algen- und Zooplanktonteich deutlich. *Schwarz* stellte mit der Dynamik der Biomasse der einzelnen Komponente des Planktons ein neues Leistungskriterium vor. Dieses Abwasserbehandlungsverfahren wurde bereits im östlichen Teil des Bezirks Rostock eingeführt und die derzeitig größte Anlage in Greifswald-Ladebow (17 ha) bereits 1965 in Betrieb genommen. Im Bezirk Neubrandenburg veranlaßte *Schmidt* den Bau neuentwickelter Teichtypen. Das von *Eckelmann* gesammelte Material des WAB konnte von *Uhlmann* und *Schwarz* für die theoretische Berechnung der Abbauleistung bei gegebener Belastung und Temperatur verwendet werden. Damit können der Abbau auch in den kritischen Phasen dieses Verfahrens — bei Überlastung und niedrigen Temperaturen — berechnet und Bedenken gegen eine Verbreitung der Abwasserteiche bei Praktikern ausgeräumt werden. Im folgenden werden bautechnische, betriebliche und kommunalhygienische Daten der Teichanlagen in Göhren, Baabe, Putbus und Samtens auf Rügen vorgestellt. Für die Überlassung der Untersuchungsbefunde wird der OFM Rostock gedankt.

Die vier Anlagen (Bild 1 bis 4) weisen eine übereinstimmende Gliederung in zwei parallel geschaltete anaerobe Vorbecken und zwei Teichbecken auf. Die baulichen Daten und die Belastungen sind in Tafel 1 wiedergegeben. Da nicht für alle Anlagen die Rohabwasserwerte des $BSB_5$, $CSV_{Mn}$ und $NH_4$ vorlagen, konnte für Vergleichszwecke nur der Abbau in den Teichbecken selbst herangezogen werden. Der Abbauwert für das gesamte Teichsystem — d. h. einschließlich der Vorbecken (in der neueren Literatur als Stabilisierungsteichsystem bezeichnet) — liegt damit stets über den angegebenen Werten. Für die Belastung der Teichflächen nach EG wurden entsprechend der Absetzleistung in BSB die mechanische Vorklärung mit 35 Prozent von der angegebenen EG-Zahl der Gesamtbelastung abgezogen (Tafel 1, rechts) und daraus die je Einwohnergleichwert zur Verfügung stehende Teichfläche errechnet.

Die Zuflüsse unterliegen im Jahresverlauf bei den Anlagen in Samtens und Putbus nur geringen Schwankungen; bei der Anlage Baabe liegt der sommerliche Anfall deutlich über dem des Winters. Die größten Differenzen sind in Göhren zu verzeichnen mit 8 000 EG in der Saison und nur 3 000 EG im Winter. Hier ist jedoch auf Grund ganzjähriger Belegungen einzelner Heime mit einer steigenden Belastung im Winter zu rechnen.

### Beschreibung der Anlagen

*Göhren*

Die Vorbecken (Breite 7 m) sind nicht ablaßbar. Damit wird eine aufwendige Beräumung des Naßschlammes mit Fäkalienwagen und des mit den Regenwässern eingetragenen Sandes mit Baggern notwendig. Der Teichkomplex liegt auf einem Wiesengelände, auf einer teilweise 10 m mächtigen Moorschicht. Der Einsatz der Technik auf dem weichen Boden war schwierig. Die aus dem torfigen Material errichteten Dämme veränderten sich nur gering. Die Leitwand aus Plaste im Teich 2 verlor innerhalb von sechs Jahren ihre Funktionsfähigkeit und war besonders im Winter sehr bruchanfällig; teilweise lösten sich die Tragepfähle aus ihren Verankerungen. Die abgerundete Form vom Teich 2 (Bild 1) macht gerade hier Leitwände zur Verhinderung von Kurzschlußströmungen notwendig. Die Größe der Teiche wurde für eine sommerliche Belastung mit 8 000 EG (Tafel 1) projektiert. Diese großzügige Auslegung sicherte in der kalten Jahreszeit mit einer Belastung von nur 3 000 EG einen maximalen Abbau, der den in der Literatur angegebenen Wert von 80 Prozent noch übersteigt (Tafel 2). Die in der Winterzeit fast verdreifachte Verweildauer sichert auch bei niedrigen Temperaturen mit ihren langsamer ablaufenden Abbauvorgängen eine weitgehende Reduzierung des $BSB_5$. Die Kapazität der Anlage erlaubt die Einleitung von Regenwässern aus dem südlichen Ortsteil und hält damit den Fischerstrand sauber. Am Standort der Teiche in Göhren ist eine vollbiologische Kläranlage für die Abwässer von Göhren, Sellin und Baabe im Bau. Die Teichanlage ist zur begrenzten Nachreinigung der vorbehandelten Abwässer vorgesehen; sie nimmt weiterhin Regenwässer bzw. Regen-Abwassergemisch aus einem Überlauf auf und ist auch als Notkläranlage bei Havarie der vollbiologischen Anlage einsetzbar. Diese Mehrfachnutzung nach Aufhebung der eigentlichen Funktion spricht für den ökonomischen Wert von Teichanlagen überhaupt. Bei völliger Aufhebung ihrer Funktion könnte sie als Fischteichanlage eingesetzt bzw. mit wenigen Mitteln rekultiviert werden.

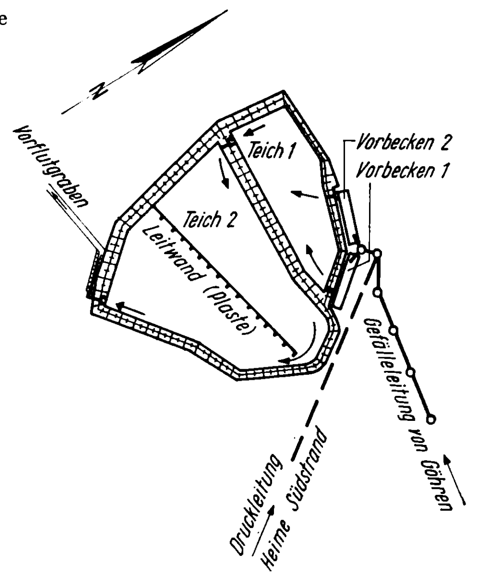



Bild 1 Oxydationsteiche Göhren

*Tafel 1* Flächen, Volumen und Belastung

| Anlage | Vorbecken Länge × Breite × Tiefe (m) | ges. m² | ges. m³ | Teich 1 Länge × Breite × Tiefe (m) | m² | m³ | Teich 2 Länge × Breite × Tiefe (m) | m² | m³ | Teich 1 + 2 m² | m³ | Belastung in EG gesamt | nur Teiche EG | m²/EG |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Göhren | 50 × 6 × 20 | 600 | 1200 | — — 1,0 | | 8320 | — — 1,0 | | 25570 | 33890 | | Saison 8000 | 5200 | 6,6 |
| | | | | | | | | | | | | sonst. 3000 | 1950 | 17,4 |
| Baabe | 20 × 5 × 20 | 200 | 400 | 60 × 20 × 1,5 | 1200 | 1800 | 65 × 20 × 1,5 | 1300 | 1950 | 2500 | 3750 | keine Werte | | |
| Putbus | 45 × 7 × 1,5 | 630 | 940 | — — 1,0 | | 11000 | — — 1,0 | 5800 | | 16800 | | 2500 | 1430 | 11,7 |
| Samtens | 22,5 × 12 × 1,0 | | 540 | 42 × 27 × 1,0 | | 1134 | 62 × 36 × 1,0 | 2232 | | 3366 | | 400 | 260 | 12,9 |

*Tafel 2*
Abbauleistung Abwasserteiche Göhren
(alle Werte in mg/l — BSB$_5$ aus filtrierten Proben)

| Zeitraum | Proben n | Zulauf BSB$_5$ | Zulauf CSV | Zulauf NH$_4$ | Ablauf BSB$_5$ | Ablauf CSV | Ablauf NH$_4$ | Abbau in % BSB$_5$ | Abbau in % CSV | Abbau in % NH$_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Sommerperioden | | | | | |
| 1971, VI—X | 6 | 416 | 124 | 105 | 37 | 70 | 46 | | — | |
| 1972, VI—X | 9 | 450 | 122 | 98 | 35 | 49 | 38 | | — | |
| 1973, VI—X | 10 | 410 | 101 | 90 | 62 | 58 | 54 | | — | |
| Mittel | | 425 | 115 | 97 | 45 | 54 | 46 | 89,4 | 48,7 | 52,6 |
| | | | | | Winterperioden | | | | | |
| 1971/72, XI—III | 7 | 385 | 195 | 86 | 54 | 60 | 51 | | — | |
| 1972/73, dto. | 6 | 423 | 166 | 106 | 68 | 50 | 76 | | — | |
| 1973, dto. | 2 | 487 | 140 | 92 | 125 | 53 | 64 | | — | |
| Mittel | | 432 | 167 | 95 | 82 | 55 | 64 | 81,0 | 67,0 | 32,7 |

Abbauleistung Abwasserteiche Baabe

| Zeitraum | Proben n | Zulauf BSB$_5$ | Zulauf CSV | Zulauf NH$_4$ | Ablauf BSB$_5$ | Ablauf CSV | Ablauf NH$_4$ | Abbau in % BSB$_5$ | Abbau in % CSV | Abbau in % NH$_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1973, IV—X | 10 | 486 | 115 | 162 | 198 | 93 | 109 | 59,2 | 19,0 | 33,0 |
| 1972, XI—III | 7 | 282 | 76 | 83 | 62 | 51 | 65 | 78,0 | 32,9 | 21,7 |

Abbauleistung Abwasserteiche Putbus

| Zeitraum | Proben n | Zulauf BSB$_5$ | Zulauf CSV | Zulauf NH$_4$ | Ablauf BSB$_5$ | Ablauf CSV | Ablauf NH$_4$ | Abbau in % BSB$_5$ | Abbau in % CSV | Abbau in % NH$_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zulauf 1970/73 | 35 | 574 | 170 | 102 | — | — | — | 77,9 | 54,7 | 43,2 |
| Ablauf 1973, V—XII | | — | — | — | 127 | 77 | 58 | | | |

Abbauleistung Abwasserteiche Samtens

| Zeitraum | Proben n | Zulauf BSB$_5$ | Zulauf CSV | Zulauf NH$_4$ | Ablauf BSB$_5$ | Ablauf CSV | Ablauf NH$_4$ | Abbau in % BSB$_5$ | Abbau in % CSV | Abbau in % NH$_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Sommerperioden | | | | | |
| 1970, V—X | 9 | 227 | 85 | 104 | 21 | 51 | 20 | — | — | — |
| 1971, IV—X | 9 | 348 | 156 | 115 | 47 | 78 | 18 | | | |
| 1972, IV—X | 10 | 465 | 125 | 100 | 31 | 53 | 17 | | | |
| 1973, IV—X | 10 | 337 | 110 | 113 | 43 | 65 | 34 | — | — | — |
| Mittel | | 344 | 119 | 108 | 35 | 62 | 22 | 89,3 | 47,9 | 79,3 |
| | | | | | Winterperioden | | | | | |
| 1970/71, XI—III | 6 | 333 | 185 | 145 | 58 | 46 | 64 | | — | |
| 1971/72, dto. | 7 | 470 | 188 | 137 | 36 | 54 | 28 | | — | |
| 1972/73, dto. | 6 | 545 | 254 | 103 | 28 | 58 | 66 | | — | |
| 1973, XI—XII | 2 | 468 | 95 | 141 | 70 | 38 | 49 | | — | |
| Mittel | | 453 | 181 | 132 | 48 | 49 | 51 | 89,8 | 73,0 | 61,4 |

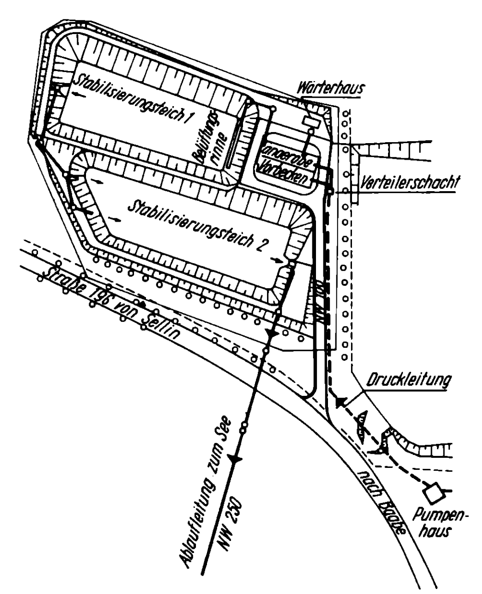



**Bild 2** Stabilisierungsteichanlage Baabe/Rügen

*Baabe*

In Baabe zwang das Fehlen ausreichender Flächen zur Orientierung auf ein überwiegend anaerob arbeitendes Teichsystem mit bis zu 1,5 m tiefen Becken. Die Vorreinigung besteht aus zwei nur durch eine Wand getrennten kastenförmigen länglichen Becken (Bild 2) mit einer zum Teich führenden Belüftungsrinne. Die Anlage liegt an einem zu einer Hauptstraße abfallenden Hang; die Becken sind in der Höhe gestaffelt. Die stoßweise Zufuhr des Abwassers über Pumpen wirkt sich ungünstig auf den Absetzvorgang aus. Die Abbauleistung bewegt sich an der unteren Grenze der zu erwartenden Werte.

*Putbus*

An dem günstig zur Stadt liegendem Klärwerksgelände (begrenzt von einem Graben und einer Gärtnerei) bot sich eine Unlandsenke an, die ganz in die Teichfläche einbezogen wurde. Als vorteilhaft erwies sich auch die Höhendifferenz zwischen den Vorbecken und den Teichen. Sie gestattete die Trockenlegung der Vorbecken und die schnelle und ökonomische Ausräumung des ausgefaulten und getrockneten Schlammes. Zum Schutz des Vorfluters wurde bereits in der Bauphase das erste fertiggestellte Vorbecken beschickt, aus diesem läuft das vorgereinigte Abwasser in einem dünnen Film über eine Steinmauer in den Teich 1. Ungünstig ist die breite — Kurzschlußströmungen fördernde — Verbindung zwischen beiden Becken (Bild 3).

Über eine Pumpe in Teich 2 kann Wasser zur Verregnung auf Gehölzkulturen entnommen werden. Eine Einschätzung der Abbauleistung ist auf Grund der wechselnden Belastung mit konzentrierten eiweißhaltigen Abwässern der Fischverarbeitung (FIHUMIN) schwer möglich. Der geringe Abbauwert (77,9 Prozent) resultiert aus der steigenden Belastung und der Messung der Zulaufwerte der 1971 und 1972 noch gering belasteten Anlage, denen der Ablaufwert von 1973 gegenübergestellt wurde (Tafel 2).

*Samtens*

Das ganz in Erdbauweise angelegte Teichsystem liegt nur etwa 120 m südlich einer Neubausiedlung in einem moorigen Bachtal (Bild 4). Die nur 1 m tiefen Vorbecken sind relativ breit und erfordern wegen der Anhäufung von Sperrstoffen bzw. Textilien unter dem Zuflußrohr eine ständige Wartung. Die Verwendung des Aushubs der Becken zur Anhöhung des Bodens innerhalb der Anlage vergrößerte die nicht als Teich genutzte Fläche erheblich. Das widerspricht einmal dem Prinzip einer rationellen Flächennutzung und bedeutete zum anderen einen hohen Arbeitsaufwand bei der Pflege der Rasenflächen. Das Regenwasser der Siedlung wird über Teich 2 geleitet. Der BSB$_5$-Abbau von 89 Prozent im Sommer (Tafel 2) ist bei 12,8 m$^2$/EG als niedrig anzusehen. Hierzu muß nochmals betont werden, daß in die Untersuchungen nicht die Leistung der Absetzanlage — hier der Vorbecken — einbezogen wurde, von denen allein schon ein Abbau von 35 bis 40 Prozent des Rohabwassers zu erwarten ist. Ebenso wie in Göhren waren bauliche Schwierigkeiten auf dem Moorboden zu erwarten. Sie konnten von dem Baubetrieb teilweise durch Verlagerung der Erdarbeiten in die Wintermonate gemeistert werden.

**Diskussion**

Aus baulicher Sicht wurde außer bei Samtens eine maximale Flächenausnutzung erstrebt und kompakte Anlagen geschaffen. Hierbei stimmten bauökonomische Forderungen nicht immer mit dem gesamtwirtschaftlichen Interessen überein. Bei dem Projekt Baabe wurde die Forderung nach Verlegung der Absetzanlage vor das Pumpwerk nicht berücksichtigt und Komplikationen mit dem Sperrgut in Kauf genommen. Aus kommunaltechnischer Sicht traten Schwierigkeiten in bezug auf Geruchsbelästigungen nur in Göhren und Baabe bei bestimmten Windrichtungen auf. In Samtens sind die Teichflächen relativ klein und die Südlage zur Siedlung günstig (nur zehn Prozent Windhäufigkeit). In der warmen Jahreszeit bildet sich an der Oberfläche eine Decke von autotrophen Formen — Algen und Phytoflagellaten — die das Abwasser der Vorbecken von der Luft abschließen. Geruchsdämmende Schwimmschichten können sich auch auf den Vorbecken der anderen Anlagen bilden. Die Unterbelastung von Göhren und Samtens spricht gegen eine in-

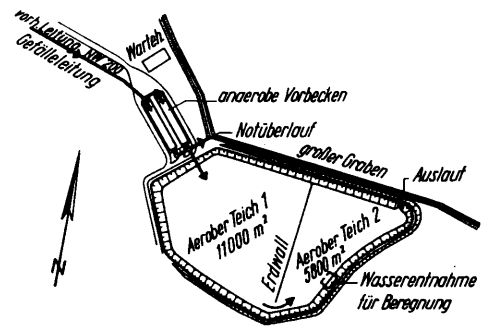



Bild 3 Abwasserteichanlage Putbus

tensive Geruchsentwicklung. Zur Vermeidung von über die Wasseroberfläche ragenden Schlammkegeln, die zu erheblichen Gerüchen führen können, wurde eine differenzierte Ausbildung der Sohle vorgeschlagen. Das bedeutet jedoch ein Abgehen von der einfachen Bauweise, die mit ein entscheidendes Kriterium für die Wahl dieser Anlagenform ist. *Voss* (WAB Bergen) schlägt daher mehrere regulierbare Zuläufe in den ersten beiden Dritteln des Vorbeckens vor. Eine besondere Aufmerksamkeit in betriebstechnischer Sicht verdient die Anlage Göhren, für die eine Fläche von 5 m²/EG (einschließlich der Vorbecken) in der Saison — also dem Zeitraum der höchsten Abbauleistung — vorgesehen wurde. Das gleichzeitige Absinken der Gästezahlen und der Abbauleistung in der Nachsaison bzw. umgekehrt Ansteigen in der Vorsaison sichert auch in der kalten Jahreszeit einen ausreichenden Abbau des BSB. Damit empfehlen sich Abwasserteiche als ein an Saisonbelastung angepaßtes System. Die Leistungsreserven gestatten hier eine stärkere Winterbelegung des Badeortes auch ohne zusätzliche bauliche Maßnahmen. In der Anlage Göhren scheint sich auch die Erfahrung zu bestätigen, daß eine über 5 bis 6 m²/EG hinausgehende Teichfläche keine wesentliche Steigerung der Abbauleistung mit sich bringt. Mit der Verdreifachung der Verweilzeit des Abwassers in der kalten Jahreszeit wird mit 81 Prozent der vorgegebene maximale Wert von 80 Prozent nur wenig übertroffen.

## Zusammenfassung

Die vier beschriebenen Anlagen weisen die gleichen Bauelemente — je zwei parallel geschaltete Vorbecken und zwei Teichbecken — auf, besitzen jedoch eine weitgehende Differenzierung in ihrer räumlichen Anordnung, der Anpassung an das Gelände und der individuellen Gestaltung der einzelnen Anlagenteile. Die Untersuchungen erfassen die Abbauleistung nach der Absetzanlage. In den flächenmäßig großzügig ausgestatteten Anlagen werden außer in Baabe die erwarteten Abbauleistungen erreicht. Am Beispiel Göhren wird die Eignung des Abwasserteichsystems für saisonbelastete Anlagen gezeigt, da dieser Typ in der Periode maximaler Belastung gleichzeitig den höchsten Abbau erreicht. Er erweist sich außerdem als elastisch gegenüber einem Funktionswandel des Klärsystems wie aus der vorgesehenen Nutzung als Nachreinigungsstufe, Regenauffanganlage und als Reserve bei Havarien der vollbiologischen Kläranlagen Göhren hervorgeht. Göhren und Samtens nehmen ohne Beeinträchtigung ihrer Abbauleistung Regenwässer auf. Umweltbelastungen durch Geruchsentwicklungen traten begrenzt nur in Göhren und Baabe auf; hierzu werden bauliche Veränderungen an den Vorbecken vorgeschlagen. Die Mitarbeiter des zuständigen WAB stimmen dem Abwasserteichsystem mit nur geringen Vorbehalten zu.

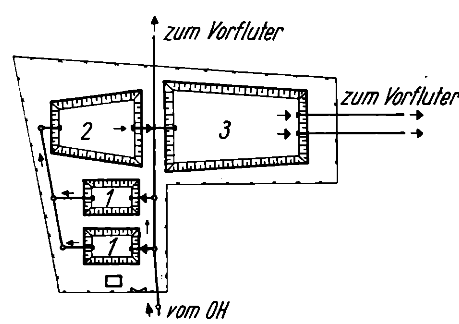



Bild 4 Kläranlage Samtens
1 Vorteiche: WT = 1,0 m, F = 270 m²
2 Stabilisierungsteich I: WT = 1,0 m, F = 1 200 m²
3 Stabilisierungsteich II: WT = 1,0 m, F = 2 250 m²

## Literatur

/1/ *Schmidt, G. P.*, und *Zunk, S.*: Untersuchungen über die Abwasserreinigung in Oxidationsteichen. Z. ges. Hygiene und Grenzgebiete **14** (1968), S. 131—143

/2/ *Schmidt, G. P.*, und *Klug, J.*: Untersuchungen über die Abwasserreinigung in Stabilisierungsteichen. WWT **19** (1969), S. 210—213

/3/ *Schwarz, S.*: Beiträge zur Dynamik der Biomasse in Oxidationsteichen. Acta hydrochim. hydrobiol. 3 (1975), S. 47—62

/4/ *Uhlmann, D.*: Die biologische Selbstreinigung in Abwasserteichen. Verh. int, Ver. Limnologie **13** (1958), S. 617—623

/5/ Oxydationsgräben und Oxydationsteiche. Mitt. Wiss. Z. K.-Marx-Universität Leipzig **11** (1962), S. 187—199

/6/ Beitrag zur Limnologie extrem nährstoffreicher Flachgewässer I. und II. Mitt. Z. K.-Marx-Universität Leipzig **14** (1965), S. 359—411, und **15** (1966), S. 373—423

/7/ *Uhlmann, D.*, und *Schwarz, S.*: Berechnung der biochemischen Abbauleistung bei der Teichbehandlung bzw. Stapelung von häuslichem Abwasser. WWT **30** (1980) 8, S. 285—288, Berichtigung **12**, S. 422

**Berichtigung**

*Uhlman, D.*, und *Schwarz, S.*:
**Berechnung der biochemischen Abbauleistung bei der Teichbehandlung von häuslichem Abwasser**
WWT **30** (1980) 8, S. 285—288

Aus herstellungstechnischen Gründen wurden in dem genannten Beitrag die Bilder 2, 3 und 4 weggelassen. Da nach Ansicht der Autoren die in ihrem Beitrag getroffenen Aussagen ohne diese drei Bilder nicht verständlich sind, zumal eines dieser Bilder im Text ausführlich erläutert ist, veröffentlichen wir diese im vorliegenden Heft mit den neuen Nummern 2a, 2b, 2c. *Die Redaktion*

*Der Geschwindigkeitsbeiwert $K_1$ des biochemischen Abbaus*

Der in die Gleichungen (3) und (4) einzusetzende $K_1$-Wert ist sowohl von der Raumbelastung als auch der mittleren Verweilzeit des Abwassers abhängig, also keine Konstante. Er wurde in semikontinuierlichen Labormodellen ermittelt und ist den Bildern 2a, 2b, 2c zu entnehmen.

Beispiel für die Bestimmung des $K_1$-Wertes für eine mittlere Temperatur von 20 °C (Bild 2a):

Auf der Abszisse wird die jeweils zutreffende mittlere Verweilzeit (z. B. 10 d) ausgesucht und von hier eine Senkrechte $y$ nach oben gezogen. Auf der linken Ordinate wird die Kurve ausgewählt, die der gegebenen $BSB_5$-Raumbelastung (z. B. 5 mg/m³ · d) entspricht. Sie schneidet $y$ im Punkt $A$. Die von hier aus gezogene Horizontale erreicht die rechte Ordinate bei $K_1 = 0{,}164\ d^{-1}$. Dies ist der in Gl. (4) einzusetzende Wert.

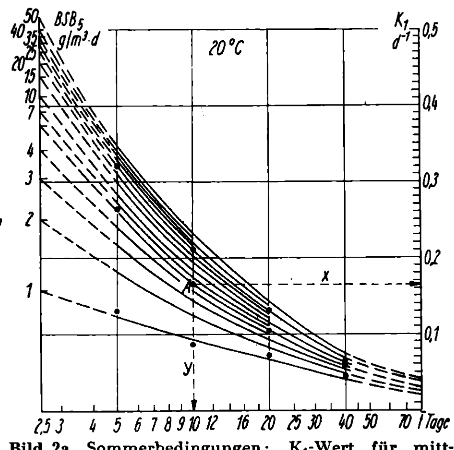



Bild 2a Sommerbedingungen: $K_1$-Wert für mittlere Temperatur 20 °C

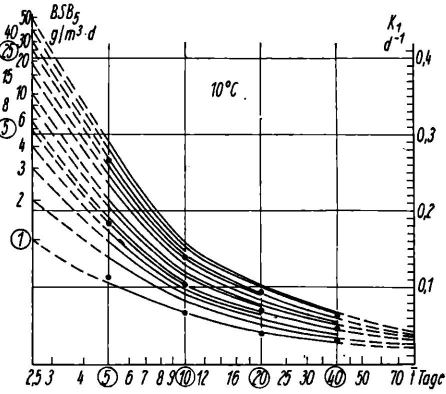



Bild 2b Frühjahrs- und Herbstbedingungen: mittlere Temperatur 10 °C

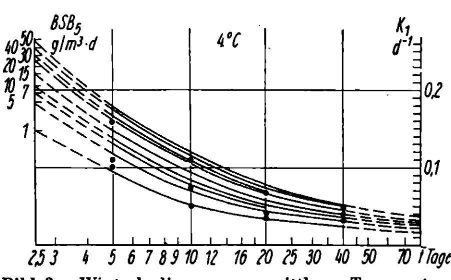



Bild 2c Winterbedingungen: mittlere Temperatur 4 °C

# Verwertung und Eliminierung von P- und N-Verbindungen durch gemeinsame biologische Behandlung industrieller Abwässer

Dr. rer. nat. Klaus KERMER
Leitstelle für Wirtschaftliche Wasserverwendung, Wasserwirtschaftsdirektion Obere Elbe–Neiße

Um die Nutzungsfähigkeit der Naturressource Wasser zu erhalten, sind in den industriellen Ballungsgebieten auch komplexe Maßnahmen zur Wasserentsorgung unter Berücksichtigung territoriumsspezifischer Bedingungen notwendig. In letzter Zeit sind deshalb mehrere Beispiele für die gemeinsame Behandlung industrieller bzw. kommunaler und industrieller Abwässer bekanntgeworden. /1/ Charakteristisch für derartige Systeme ist, daß die einzelnen Abwasserteilströme nach Zusammenführung mechanisch-biologisch gereinigt werden und bei Überwiegen der Nährstoffe N- und P-haltige Salze in den Ablauf gelangen.

Das Entfernen dieser Nährstoffe aus dem Abwasser ist vor allem bei Einleitung in Staugewässer wichtig, um Sekundärverunreinigungen (z. B. Algenmassenentwicklung) zu vermeiden. Die weitergehende Abwasserbehandlung erfordert jedoch umfangreiche Investitionen sowie hohen Chemikalien- und Energieeinsatz. Deshalb ist die Eliminierung überschüssiger Nährstoffe aus den Abläufen mechanisch-biologischer Gemeinschaftsanlagen, also aus dem Gesamtabwasser, nicht immer die ökonomisch günstigste Lösung. Es kann deshalb von Vorteil sein (vorausgesetzt, die Standorte der einzelnen Betriebe ermöglichen diese technologische Variante), Abwasserteilströme (nährstoffarme und nährstoffreiche Abwässer) der Gemeinschaftskläranlage getrennt zuzuführen, um durch entsprechende Behandlungsverfahren eine optimale Nährstoffverwertung und -eliminierung zu gewährleisten.

Nährstoffreiche Abwässer fallen besonders bei der Herstellung von Düngemitteln und bei der industriemäßigen Tierproduktion an, während bei der biologischen Reinigung der Abwässer der chemischen Industrie, der Sulfitzellstoffherstellung und in weiteren Industriezweigen meistens zusätzlich Nährstoffe zugesetzt werden müssen.

Anhand des Beispiels „Behandlung von Schweinegülle und Sulfitzellstoffabwasser" werden im folgenden technologische Möglichkeiten der gemeinsamen Reinigung nährstoffarmer und nährstoffreicher Abwässer dargelegt.

Bei getrennter künstlicher biologischer Behandlung von Gülle und Sulfitzellstoffabwasser würden erhebliche Kosten entstehen: Aus dem einen Medium müßten die überschüssigen Nährstoffe durch aufwendige chemische und biologische Verfahren (z. B. mikrobielle Denitrifikation unter Zugabe von Methanol als Kohlenstoffquelle, $PO_4^{3-}$-Fällung mit Kalk oder Eisensalzen) entfernt werden, um die „Vorflutfähigkeit" zu erreichen /2/, während dem Sulfitzellstoffabwasser Nährstoffe (z. B. Superphosphat, Phosphorsäure, Ammoniumnitrat, Ammoniumsulfat, Ammoniakwasser) zuzusetzen wären.

## Verfahrensvarianten

### *Gemeinsame aerobe Behandlung*

Auf der Basis kontinuierlicher Laborversuche mit Original- und Modellabwasser (Zusammensetzung des Modellabwassers: eingedickte Sulfitablauge 1 g/l, konzentrierte Essigsäure 1 g/l, Methanol 0,1 g/l, Furfurol 0,05 g/l) konnte nachgewiesen werden, daß ammonifizierte bzw. nitrifizierte Gülle bei der aeroben Reinigung von Sulfitzellstoffabwasser als P- und N-Quelle eingesetzt werden kann. Es ergaben sich die gleichen Eliminierungsraten wie bei Zusatz reiner Chemikalienlösungen (Tafel 1). Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß keine zusätzlichen Behandlungskapazitäten erforderlich sind. Es sollte jedoch nur angewandt werden, wenn das Verhältnis $BSB_5$:N:P des zu reinigenden Mischabwassers (z. B. Gülle + Sulfitzellstoffabwasser) ausbilanziert ist oder P- und/oder N-haltige Chemikalien zur Aufrechterhaltung der biologischen Vorgänge noch zugesetzt werden müssen, da sonst der Ablauf der Gemeinschaftskläranlage erhöhte N- und/oder P-Werte aufweist.

*Tafel 1* Aerobe Behandlung von Sulfitzellstoffabwasser unter Verwendung von biologisch vorgereinigter Gülleflüssigkeit als N- und P-Quelle

| Nr. | Versuchsreihe | Raumbelastung | Schlammbelastg. | $BSB_5$ (mg/l) | | CSV-Cr (mg/l) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | g $BSB_5$/l·d | g $BSB_5$/g TS·d | Zul. | Abl. | Zul. | Abl. |
| 1 | Substrat + Gülle nitrifiziert | 2,10 | 0,96 | 829 | 59 | 1700 | 650 |
| 2 | Substrat + Gülle ammonifiziert | 2,14 | 1,71 | 1020 | 105 | 1900 | 860 |
| 3 | Substrat + Nährsalzlösung | 2,10 | 0,89 | 820 | 55 | 1500 | 580 |
| 4 | Substrat + Gülle nitrifiziert | 3,60 | 0,95 | 960 | 33 | 4600 | 2900 |
| 5 | Substrat + Gülle nitrifiziert | 4,50 | 1,00 | 960 | 130 | 4600 | 3130 |

**Anmerkung:** Die Versuche 4 und 5 wurden im Institut für Zellstoff und Papier, Heidenau, unter Verwendung von Originalsulfitzellstoffabwasser durchgeführt.

### *Gemeinsame anaerobe Behandlung*

Bei der anaeroben Reinigung (Denitrifikation) werden die abbaubaren Kohlenstoffverbindungen des Sulfitzellstoffabwassers unter Veratmung des chemisch gebundenen Sauerstoffs ($NO_2^-$, $NO_3^-$) der nitrifizierten bzw. teilnitrifizierten Gülle biochemisch verwertet. Der Stickstoff der Sauerstoffdonatoren wird vorzugsweise zu $N_2$ reduziert und damit dem System entzogen. Durch batch-Versuche /3/ wurde nachgewiesen, daß sowohl die oxydierten N-Verbindungen der Gülle (Versuchsreihe I) als auch der biologisch abbaubare CSV-Cr des Sulfitzellstoffabwassers (Versuchsreihe II) zu fast 100 Prozent eliminierbar sind (Tafel 2). Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß die biologische Reinigung des nährstoffarmen Abwassers ohne Luftsauerstoff, d. h. bei wesentlich geringerem Energieeintrag, erfolgt. Von Nachteil ist jedoch, daß die Gülle im Verhältnis zu den oxydierten N-Verbindungen wenig $NH_4^+$ und $PO_4^{3-}$ enthalten darf, da diese Spezies entsprechend der Bildung neuer Biomasse (bei $PO_4^{3-}$ können zusätzlich noch pH-abhängige Fällungs- bzw. Sorptionsprozesse von Bedeutung sein) verwertet werden. Weiterhin ist nur bei einem bestimmten Verhältnis von $NO_2^-$ bzw. $NO_3^-$ zu $BSB_5$ eine optimale Nährstoffverwertung und -eliminierung möglich.

### *Gemeinsame aerobe Behandlung mit Teilstromdenitrifikation*

Die Nachteile der bisher genannten Technologien werden dadurch überwunden, daß die teilnitrifizierte bzw. nitrifizierte Gülle mit einer vorgegebenen Teilmenge Sulfitzellstoffabwasser vermischt und einer anaeroben Stufe zugeführt wird.

Durch Abgasung von molekularem Stickstoff ändert sich das N:P-Verhältnis der flüssigen Phase zugunsten des P-Anteils, so daß durch entsprechende Steuerung der Denitrifikationsstufe in die aerobe Stufe nur so

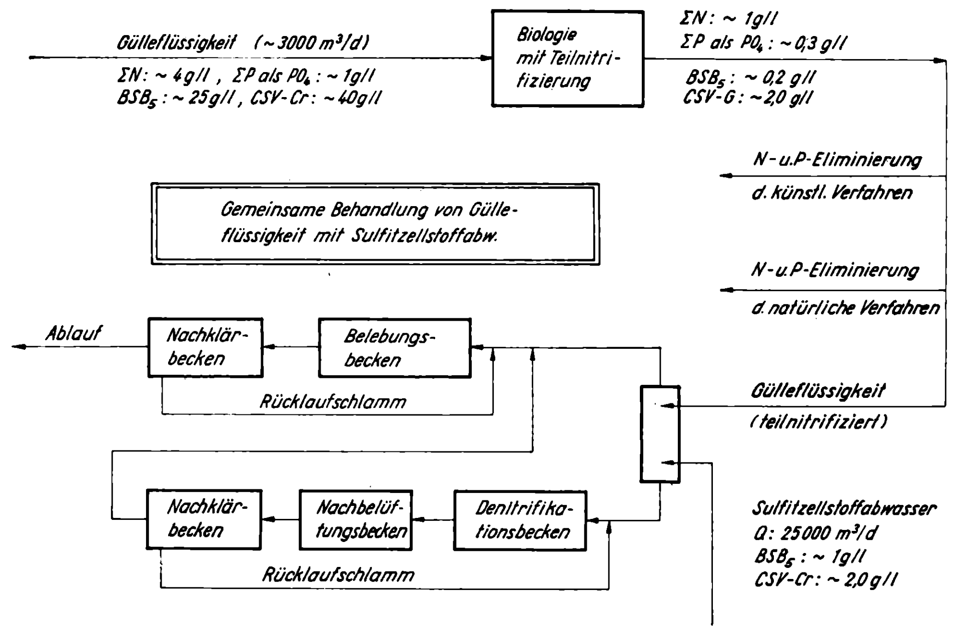



Bild 1

*Tafel 2* Anaerobe Behandlung von Sulfitzellstoffabwasser unter Verwendung von nitrifizierter Gülleflüssigkeit als Sauerstoffquelle

| Kriterium | | Versuchsreihe I | | | Versuchsreihe II | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Zulauf | Ablauf | Δ | Zulauf | Ablauf | Δ |
| CSV-Cr | (mg/l) | 1490 | 1070 | 420 | 1440 | 810 | 630 |
| $NO_3$-N | (mg/l) | 76,5 | 0,5 | 76,0 | 440 | 297 | 143 |
| $NO_2$-N | (mg/l) | 0,02 | 0,06 | —0,04 | 6,3 | 43,8 | —37,5 |
| $NH_4$-N | (mg/l) | 11,1 | 5,6 | 5,5 | 36,8 | 26,0 | 10,8 |
| organ.-N | (mg/l) | 33,2 | 28,1 | 5,1 | 7,7 | 10,0 | —2,3 |

viele N-Verbindungen gelangen, wie biologisch verwertbar sind. /4/ Bild 1 zeigt das technologische Schema der Anlage.

Auf der Basis der Lasten, d. h. der N- und P-Verbindungen der Gülle und des $BSB_5$ des Sulfitzellstoffabwassers, ist zu entscheiden, welche Teilmengen den einzelnen Stufen zuzuführen sind.

Der Vorteil dieser Verfahrensvariante besteht darin, daß innerhalb bestimmter Grenzen, d. h. sowohl bei Änderung der $NO_2^-$- bzw. $NO_3^-$-Konzentration der Gülle als auch des $BSB_5$ des Sulfitzellstoffabwassers, eine optimale Verwertung und Eliminierung von Stickstoffverbindungen ohne Chemikalienzusatz möglich ist, um nährstoffarme Abläufe zu erzielen.

*Eliminierung von $NO_2^-$ und $NO_3^-$ in zweistufigen Belebungsanlagen*

Aus der Fachliteratur /7/ ist auch eine solche Verfahrensweise bekannt, nach der N-Verbindungen in zweistufigen Belebungsanlagen durch Rückführung des nitrifizierten Abwassers (Ablauf Nachklärbecken, zweite Stufe) im Nachklärbecken der ersten Stufe eliminiert werden können. Dementsprechend wird die Verweilzeit im NKB der ersten Stufe mit etwa 3 h angegeben. Der auf Grund der mikrobiellen $N_2$-Bildung flotierte Belebtschlamm wird dem Belebungsbecken der ersten Stufe zugeführt.

In Anlehnung an dieses Verfahren ist die Eliminierung der Nährstoffe auch dadurch möglich, daß das $NO_2^-$- und $NO_3^-$-haltige Abwasser gemeinsam mit dem nährstoffarmen Abwasser einer zweistufigen biologischen Reinigung unterworfen wird. Die Anlage ist so zu dimensionieren, daß im NKB der ersten Stufe gezielt Denitrifikationsvorgänge ablaufen. Eine Rückführung des behandelten Mischabwassers in die erste Stufe ist beim zweitgenannten Verfahren nicht mehr erforderlich.

Anwendungsmöglichkeiten dieser Verfahrensvariante ergeben sich bei der Rekonstruktion zweistufiger Belebungsanlagen.

**Teilreinigung nährstoffhaltiger Abwässer**

Durch gezielte Teilreinigung nährstoffhaltiger Abwässer ergeben sich weitere Möglichkeiten, die N- und/oder P-Lasten entsprechend dem Bedarf in der Gemeinschaftskläranlage (Verfahrensvariante 1 bis 4) anzupassen. Da die Nährstoffe für die gemeinsame biologische Reinigung aus dem einen Abwasserteilstrom stammen, und zwar bei dem gewählten Beispiel aus der Gülle, sollen ergänzend einige verfahrenstechnische Möglichkeiten zur Beeinflussung der Nährstoffkonzentration bei der biologischen Güllebehandlung dargestellt werden, wobei Verfahren der weitergehenden Abwasserbehandlung zur Eliminierung von N- und P-Verbindungen, z. B. $PO_4^{3-}$-Eliminierung durch Fällung mit Kalk und Eisensalzen, Eliminierung von $NH_3$ durch Abstrippen, Ammoniakoxydation mittels $Cl_2$, mikrobielle Nitrifikation und Denitrifikation in getrennten Reaktionsräumen, in diesem Zusammenhang nicht diskutiert werden.

*Zweistufige aerobe Behandlung von Gülle*

Bei der zweistufigen aeroben Behandlung von Gülle ist die Anzahl der Schlammkreisläufe für die Eliminierung der P-Verbindung von Bedeutung. Auf Grund des hohen pH-Wertes (Umwandlung von organischem Stickstoff in Ammoniak) in der ersten Stufe, die in der Regel hochbelastet ist, wird $PO_4^{3-}$ zusätzlich durch pH-abhängige Sorptions- und Fällungsreaktionen fixiert. Wird die Anlage ohne Zwischenklärung betrieben und finden in der zweiten Stufe verstärkt Nitrifikationsprozesse (pH-Abfall!) statt, wird $PO_4^{3-}$ remobilisiert und gelangt in den Ablauf.

*Langzeitbehandlung mit diskontinuierlicher Belüftung*

Eine weitere Möglichkeit der gezielten Beeinflussung des Nährstoffgehalts ist durch Langzeitbehandlung mit alternierender Belüftung möglich, wie durch kleintechnische Versuche nachgewiesen wurde.

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden drei Versuchsanlagen, zwei davon mit diskontinuierlicher Belüftung, parallel betrieben und anfangs durch Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge ein pH-Bereich von 7,0 bis 8,0 eingestellt.

Es konnte zweifelsfrei nachgewiesen werden, daß durch diskontinuierliche Belüftung von Gülle bei vergleichbaren Milieubedingungen höhere N- und P-Eliminierungsraten zu verzeichnen sind.

Im Rahmen einer weiteren Versuchsreihe wurde die pH-Wertregulierung eingestellt. Die Ergebnisse (Mittelwerte) bei einer Aufenthaltszeit von 20 Tagen zeigt Tafel 3. Aus der Zusammenstellung der analytischen Daten ist ersichtlich, daß mit Verlängerung der anaeroben Phase der Abbau organischer

*Tafel 3* Langzeitbehandlung von Gülle (diskontinuierliche, einstufige Belüftung)

| | CSV-Cr | $BSB_5$ | o.-$PO_4$ | $NH_4$-N | $NO_2$-N | $NO_3$-N | org.-N | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zulauf (mg/l) | 38 860 | 23 710 | 770 | 3 460 | — | — | 110 | — |
| t-$O_2$: 24 h | | | | | | | | |
| Ablauf (mg/l) | 1 120 | 20 | 400 | 24 | 37,5 | 620 | 20 | 7 |
| Eliminierung (mg/l) | 37 740 | 23 690 | 370 | 3 436 | — | — | 90 | — |
| Eliminierung (%) | 97,1 | 99,9 | 48,1 | 99,3 | — | — | 81,8 | — |
| t-$O_2$: 22 h | | | | | | | | |
| Ablauf (mg/l) | 1 360 | 30 | 260 | <5 | <5 | 260 | 20 | 7,4 |
| Eliminierung (mg/l) | 37 500 | 23 680 | 510 | 3 456 | — | — | 90 | — |
| Eliminierung (%) | 96,5 | 99,9 | 66,2 | 99,9 | — | — | 81,8 | — |
| t-$O_2$: 18 h | | | | | | | | |
| 3mal 2 h/d Rührph. | | | | | | | | |
| Ablauf (mg/l) | 1 710 | 100 | 230 | <5 | <5 | 120 | 30 | 8,2 |
| Eliminierung (mg/l) | 37 150 | 23 610 | 540 | 3 456 | — | — | 80 | — |
| Eliminierung (%) | 95,6 | 99,6 | 70,1 | 99,9 | — | — | 72,7 | — |

*Tafel 4* Langzeitbehandlung von Güllcflüssigkeit — Eliminierungsraten und Restlasten

| Belüftungszeit | 24 h/d | 22 h/d | 18 h/d |
|---|---|---|---|
| Eliminierungsraten | | | |
| $\Delta\Sigma N/\Delta BSB_5$ | 121 g/kg | 140 g/kg | 145 g/kg |
| $\Delta$o.-P/$\Delta BSB_5$ | 5,1 g/kg | 7,0 g/kg | 7,5 g/kg |
| $\Delta BSB_5 : \Delta\Sigma N : \Delta$o.-P | 100 : 12 : 0,51 | 100 : 14 : 0,70 | 100 : 15 : 0,75 |
| Restlast $\Sigma N$ | 2100 kg/d | 840 kg/d | 450 kg/d |
| Restlast o.-$PO_4^{3-}$ | 1200 kg/d | 780 kg/d | 690 kg/d |

Substanzen, gekennzeichnet durch den CSV-Cr bzw. $BSB_5$, geringfügig schlechter wird, die Eliminierungsraten der N- und P-Verbindungen jedoch signifikant ansteigen. Die mit Verlängerung der anaeroben Phase (3 × 2 h täglich) verstärkt einsetzende Denitrifikation führt zur weiteren Verminderung der $NO_3^-$-Konzentration.

Im Gegensatz zu der auch aus der Abwassertechnik bekannten Phosphatremobilisierung bei Sauerstoffmangel wurden bei den Versuchsreihen mit diskontinuierlicher Belüftung auf Grund des signifikanten *p*H-Anstiegs infolge mikrobieller Denitrifikationsvorgänge höhere $PO_4^{3-}$-Eliminierungsraten erzielt.

Die $BSB_5$-Schlammbelastung betrug 0,30 kg/kg · d bei einem $BSB_5/\Sigma N$-Verhältnis des Zulaufs von 6,6 kg/kg.

Tafel 4 zeigt die Eliminierungsraten in Abhängigkeit von der Belüftungszeit und die Restlasten bei einer Güllemenge von 3 000 m³/d. Bemerkenswert ist die Reduzierung der N-Restlast von 2,1 t/d auf 0,45 t/d bei einer anaeroben Betriebsphase von insgesamt 6 h/d. Aus der Tafel ist weiterhin ersichtlich, daß durch Langzeitbehandlung von Gülle auch bei Belüftungszeiten von 24 h/d hohe N-Eliminierungsraten möglich sind.

Im Anschluß an diese Versuchsreihe wurde die Gülle in einer zweistufigen Versuchsanlage mit alternierender Belüftung der zweiten Stufe (3 × 2 h/d bzw. 3 × 3 h/d anaerob) biologisch gereinigt und die Verweilzeit auf zehn bzw. fünf Tage reduziert. Die wichtigsten Versuchsergebnisse sind:

— Durch Erweiterung der Denitrifikationsphase von 3 × 2 h/d auf 3 × 3 h/d konnte die Eliminierung sauerstoffhaltiger Stickstoffverbindungen um etwa 30 Prozent verbessert werden.

— Bei einer Aufenthaltszeit von fünf Tagen erfolgte die Oxydation des $NH_4^+$ vorzugsweise zu $NO_2^-$. Die $NH_4^+$-Konzentration im Ablauf der Anlage lag < 50 mg/l.

— Die $\Sigma N$-Eliminierung war bei einer Aufenthaltszeit von zehn Tagen besser als bei fünf Tagen.

*Tafel 5* Abhängigkeit der $PO_4^{3-}$-Konzentration vom *p*H-Wert

**Ablauf Versuchsanlage (Mittelwerte)**

| *p*H-Wert | 5 | 7 | 8,3 | 9,0 |
|---|---|---|---|---|
| $PO_4^{3-}$ (mg/l) | 135 | 114 | 63 | 45 |

**Ablauf Großanlage (Langzeitbehandlung mit unkontrollierter Denitrifikation, Mittelwerte)**

| *p*H-Werte | ≦ 6 | 6,1–7,0 | 7,1–8,0 | > 8,0 |
|---|---|---|---|---|
| $PO_4^{3-}$ (mg/l) | 1050 | 456 | 270 | 227 |

— Weiterhin ist die Eliminierung der N- und P-Verbindungen vom Belüftungssystem (Denitrifikationsvorgänge in den anaeroben Zentren großer Belebtschlammflocken /5/), von der Belebtschlammkonzentration, dem Verhältnis der Aufenthaltszeit in der Intensivstufe/Belebungsstufe, der Verfahrensführung (z. B. optimale Wahl der Zeitenfolge und Zeitdauer der aeroben und anaeroben Phasen, der Zugabe des Rücklaufschlamms und des Ablaufs der ersten Stufe zu Beginn der anaeroben Betriebsphase) und vom *p*H-Wert der zweiten Stufe (Tafel 5) abhängig.

Einzelheiten zur Behandlung nährstoffhaltiger Abwässer durch alternierende Belüftung sind /6/ zu entnehmen.

**Zusammenfassung**

Bei der Konzipierung von Gemeinschaftsanlagen ist neben der Eliminierung biologisch abbaubarer Substanzen auch der Nährstoffentfernung die entsprechende Aufmerksamkeit zu widmen. Oft bestehen durch gemeinsame Behandlung nährstoffarmer und nährstoffreicher Abwässer unter Einbeziehung anaerober Verfahrensstufen (mikrobielle Denitrifikation) günstige Voraussetzungen für eine Nährstoffeliminierung bzw. -verwertung. Der Vorteil einer derartigen Verfahrensweise besteht darin, daß überschüssige Nährstoffe nicht durch aufwendige künstlich-biologische und chemische Verfahren eliminiert werden müssen, sondern als „Nährsalze" bei der biologischen Behandlung nährstoffarmer Abwässer Verwendung finden. Anhand des Beispiels Gülle und Sulfitzellstoffabwasser wurden technologische Möglichkeiten der gemeinsamen Behandlung nährstoffreicher und nährstoffarmer Abwässer unter besonderer Berücksichtigung der Nährstoffverwertung und -eliminierung dargelegt.

**Literatur**

/1/ Unveröffentlichtes Arbeitsmaterial der Leitstelle für Wirtschaftliche Wasserverwendung

/2/ Untersuchungen zur Senkung der Phosphor- und Stickstoffbelastung im Ablauf biologisch behandelter Gülleflüssigkeit, Leistungsstufe A 2, 1976, Institut für Wasserwirtschaft Berlin

/3/ *Kermer, K.*, und *Ch. Prause:* Möglichkeiten zur Verwendung von vorbehandelter Gülleflüssigkeit als P- und N-Quelle bei der biologischen Sulfitzellstoffabwasserreinigung Mitteilungen des IfW, 1977, S. 303—314

/4/ Verfahren und Anordnung zur biologischen Behandlung von Abwasser. WP C 02 C/ 197 470

/5/ *Rüffer, H.:* Nitrifikation und Denitrifikation bei der Abwasserreinigung. Vom Wasser 31 (1964), S. 134

/6/ Verfahren und Anordnung zur Behandlung nährstoffhaltiger Abprodukte. WP C 02 C/ 197 469

/7/ Verfahren zur Elimination von org. und anorg. gebund. aus häusl. u. industr. Abwasser. Offenlegungsschrift 22 33 801



# Tagungen

## Internationales Symposium „Flußbau und dessen Wechselwirkung mit der hydrologischen und hydraulischen Forschung"

Das Symposium wurde von der Fachsektion „Strömungsmechanik in der Umwelt und Wasserbewirtschaftung" der IAHR veranstaltet. Die Organisation lag in den Händen der Jugoslawischen Vereinigung für hydraulische Forschung in Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut für Wasserbau und Wasserwirtschaft „Jaroslav Cerni" in Belgrad.

Die IAHR hat zur Erhöhung der Effektivität ihrer Arbeit, besonders zur Förderung des internationalen Erfahrungsaustausches, in den letzten Jahren innerhalb der Gesamtorganisation Fachsektionen gebildet, die u. a. Veranstaltungen zu speziellen Problemen des Fachgebietes durchführen. Die Thematik des Symposiums „Flußbau und dessen Wechselwirkung mit der hydrologischen und hydraulischen Forschung" hat gewissermaßen programmatischen Charakter. In der Vergangenheit sind im Wasserbau Baukonstruktionen und -technologien häufig ohne genügende Berücksichtigung der natürlichen Umweltbedingungen angewandt worden. Um das mit den Baumaßnahmen angestrebte Ziel zu erreichen sowie negative Nebenwirkungen zu vermeiden, muß jedoch in erster Linie von den funktionellen Anforderungen ausgegangen werden. Im Flußbau werden diese vorrangig durch hydrologische und hydraulische Probleme bestimmt.

Der Flußbau ist eines der schwierigsten Teilgebiete des Wasserbaus, da selbst begrenzte Eingriffe an irgendeiner Stelle des Flusses sowohl örtlich als auch zeitlich entfernt entscheidende negative Auswirkungen haben können. Zum anderen sind die bisher üblichen Bauweisen im Flußbau sehr arbeitskräfte-, zeit- und materialaufwendig. Eine komplexe Betrachtung der funktionellen bzw. hydraulisch-hydrologischen und der bautechnologischen Probleme ermöglicht die

— Verhinderung bzw. Verringerung negativer Auswirkungen auf das Flußregime bei Einsatz neuer Bauweisen

— dem Charakter des Flusses als organischem Bestandteil der natürlichen Umwelt entsprechende Entwicklung neuer produktiver Bauweisen.

Die derzeitige Arbeitsproduktivität im Wasserbau muß, um den Anforderungen gerecht werden zu können, wesentlich erhöht wer-

*(Fortsetzung auf S. 430)*

# Untersuchungsergebnisse zur Gewinnung repräsentativer Grundwasserproben für die chemische Analyse aus Pegelbrunnen

Dipl.-Ing. Diethard URBAN, KDT, und Dipl.-Chem. Georg SCHETTLER
Beitrag aus der Wasserwirtschaftsdirektion Oder–Havel

Die aus der volkswirtschaftlichen Entwicklung resultierenden ständig wachsenden Anforderungen an die bedarfsgerechte Nutzung der Wasserressourcen verlangen auch nach effektiven Methoden zur Bewirtschaftung des Grundwassers.

Mit den in den vergangenen Jahren in der DDR dafür entwickelten und erfolgreich angewandten Grundwasserleitermodellen steht nunmehr ein bewährtes Mittel zur weitgehenden rechnergestützten Grundwassermengenbewirtschaftung zur Verfügung. /1/ Die stetig zunehmende anthropogene Beeinflussung der Grundwasserbeschaffenheit (Kontamination, Grundwasseranreicherung mit Oberflächenwässern schlechterer Qualität usw.) erfordert, der planmäßigen Gestaltung bzw. Steuerung der Grundwasserbeschaffenheit verstärkt Beachtung zu schenken. Diese Forderung bezieht sich vor allem auf die Erhaltung und Wiederherstellung des gesunden Ökosystems in Boden- und Grundwasserbereich. Eine maßgebliche Voraussetzung für die Behandlung von Güteproblemen des Grundwassers bildet ein ausreichender Fundus an Meßdaten relevanter Beschaffenheitskriterien des unterirdischen Wassers.

Die derzeitige Kenntnis über die aktuelle Grundwasserbeschaffenheit ergibt sich vorwiegend aus den Analysen der Rohwässer zentraler Wasserfassungsanlagen durch die Laboreinrichtungen der VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung und der Hygiene-Institute. Weiterhin liegen die im Rahmen hydrogeologischer Erkundung ermittelten Grundwasserinhaltstoffe als in der Regel einmalig gemessene Werte für die Vorratsklassifizierung vor. Mit diesem Sachverhalt ist zwar eine grobe regionale Einschätzung der Grundwassergüte möglich, aber keine ausreichende Grundlage, für die Erkennung der möglichen Tendenz (Verschlechterung oder Verbesserung) und für ihre planmäßig gezielte Steuerung durch Bewirtschaftungsmaßnahmen (GW-Anreicherung, Abpumpen usw.) gegeben. Zur effektiven Gestaltung des regionalen Grundwasserbeschaffenheitsmeßnetzes wurden im Zeitraum 1979/80 Untersuchungen im Gebiet der Wasserwirtschaftsdirektion (WWD) Oder-Havel durchgeführt. Über die dabei gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich der

— Wasserprobengewinnung und der
— Verwendbarkeit von GW-Beobachtungsbrunnen des bestehenden staatlichen Netzes

soll nachfolgend informiert werden.

### Die Gewinnung repräsentativer Proben, bezogen auf einige chemische Wasserinhaltstoffe

Zur chemischen Wasserprobenahme aus bestehenden Grundwasserbeobachtungsrohren herrscht hinsichtlich der Repräsentanz der Analyse für die tatsächlichen GW-Verhältnisse bei den Betrieben und Institutionen der Wasserwirtschaft, der Hygiene und der Geologie allgemein Unsicherheit. Dies betrifft auch die Frage, ob durch Probenahme aus dem durchströmten Filterbereich ohne vorheriges Abpumpen eine repräsentative Wasserprobe zu gewinnen ist.

Über das Ausmaß eines etwaigen vorherigen Wasseraustausches existieren in der Literatur und in der Praxis die unterschiedlichsten Vorstellungen.

*Samarina* empfiehlt, ein anorganisches Kriterium (z. B. $Cl^-$) in seiner Konzentrationsänderung während des Abpumpens zu verfolgen und bei Konstanz die Probenahme durchzuführen. /2/

*Müller* vertritt die Auffassung, daß mindestens ein einmaliger Austausch der im Pegelrohr stehenden Wassersäule erforderlich ist. /3/

Hydrogeologen plädieren häufig für die Grundwasserprobenahme nach „Klarpumpen".

In der Praxis hat man sich bislang allzuhäufig mit der Probenahme durch bloßes Schöpfen aus dem Filterbereich begnügt. Eine größere Anzahl von Abpumpversuchen an Grundwasserbeobachtungsrohren der WWD Oder-Havel, die im Zeitraum 1979/80 durchgeführt wurden, sollte einen Beitrag zur Klärung dieser Problematik leisten.

Die für die Untersuchungen ausgewählten Grundwasserbeobachtungsrohre sind im Zeitraum 1967–76 in bedeckten und unbedeckten Grundwasserleitern unterschiedlichster Genese und Ausbildung verfiltert worden. Mehr als 95 Prozent der im Direktionsbereich der WWD Oder-Havel bisher errichteten Grundwasserbeobachtungsrohre sind Stahlrohrpegel; deshalb fanden ausschließlich diese im Rahmen der Versuche Berücksichtigung.

Technische Angaben zum angewandten Abpump- und Probenahmesystem werden weiter unten mitgeteilt. Das abgepumpte Wasser kam ausreichend weit entfernt zur Versickerung. Die Wasserproben wurden jeweils nach x-maliger Erneuerung der im Rohr stehenden Wassersäule abgefüllt und am folgenden Tag im Labor bearbeitet.

Stellvertretend für alle Abpumpversuche, ist in den Tafeln 1 und 2 die Konzentrationsänderung der betrachteten Wasserinhaltstoffe in Abhängigkeit vom Austausch der im Grundwasserbeobachtungsrohr stehenden Wassersäule dokumentiert. In Auswertung einer Vielzahl von Abpumpversuchen an 15 ausgewählten Grundwasserrohren wurden die nachfolgenden Erkenntnisse gewonnen:

Die Kriterien $Na^+$, $K^+$, $CL^-$, $SO_4^{2-}$, $Mg^{2+}$, N-Komponenten sind häufig im unmittelbaren Filterbereich infolge unzureichender Tonsperren zum darunter- oder darüberliegenden Grundwasserleiter verfälscht. Kurzschlußströmungen entlang der Rohraußenwand bis zum Filter lassen sich nicht immer völlig ausschließen. Diese Austausch- und Transportprozesse verlaufen allerdings sehr langsam, so daß bis zur Einstellung des

*Tafel 1* **Grundwasseranalyse**

Grundwasserbeobachtungsrohr: 1946 — Filterteufe: 7,0 m
errichtet: 1971 — Rohr ∅: 4"
Datum der Probenahme: 19. März 1980 — Pegelstand: 2,0 m

| x-malige Erneuerung der im Pegelrohr stehenden Wassersäule | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | | 7,25 | 7,20 | 7,30 | 7,30 | 7,25 |
| $\Sigma$-Salz | (mval/l) | 12,89 | 13,46 | 13,31 | 12,46 | 13,31 |
| $SiO_2$ | (mg/l) | 13,01 | 14,46 | 13,81 | 14,03 | 14,14 |
| Alkalität | (mval/l) | 6,3 | 6,75 | 6,85 | 6,60 | 6,85 |
| $Cl^-$ | (mval/l) | 3,08 | 3,34 | 3,20 | 3,12 | 3,12 |
| $Ca^{2+}$ | (mval/l) | 4,74 | 3,46 | 4,57 | 5,57 | 5,97 |
| $Mg^{2+}$ | (mval/l) | 1,17 | 0,96 | 1,48 | 1,48 | 1,49 |
| $Na^+$ | (mval/l) | 2,32 | 2,03 | 2,67 | 2,67 | 2,67 |
| $K^+$ | (mval/l) | 0,07 | 0,07 | 0,10 | 0,11 | 0,10 |
| Gesamt-Fe | (mg/l) | 25,20 | 118,49 | 19,46 | 13,40 | 10,62 |
| $NH_4^+$ | (mg/l) | 0,30 | 0,33 | 0,30 | 0,27 | 0,33 |
| $NO_2^-$ | (mg/l) | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. |
| $NO_3^-$ | (mg/l) | 0,09 | 0,93 | 0,75 | 0,44 | 0,31 |
| $PO_4^{3-}$ | (mg/l) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | n. n. | 0,01 |
| org. C | (mg/l) | 5,6 | 4,3 | 4,6 | 4,1 | 3,9 |

*Tafel 2* Grundwasseranalyse

| Brunnen: 2313 | | errichtet: 1967 | | Teufe: 28 m | | Datum der Probenahme: 9. Mai 1979 | | Pegelstand: 3 m | | Rohr ∅: 2" | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| x-malige Erneuerung der im Pegelrohr stehenden Wassersäule | | 0 | 0,4 | 0,8 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 10 | 18 |
| *p*H | | 8,0 | 8,0 | 7,75 | 7,75 | 7,5 | 7,4 | 7,5 | 7,5 | 7,65 | 7,6 |
| $SiO_2$ | (mg/l) | 4,66 | 10,30 | 23,29 | 24,93 | 24,52 | 25,76 | 26,18 | 27,03 | 26,61 | 27,03 |
| Alkalität | (mval/l) | 2,3 | 2,75 | 3,1 | 3,2 | 3,25 | 3,15 | 3,2 | 3,2 | 3,15 | 3,2 |
| $Cl^-$ | (mval/l) | 1,72 | 1,64 | 1,52 | 1,52 | 1,54 | 1,52 | 1,52 | 1,56 | 1,60 | 1,62 |
| $SO_4^{2-}$ | (mval/l) | 2,51 | 2,93 | 2,70 | 2,81 | 2,83 | 2,94 | 2,83 | 2,62 | 2,99 | 2,88 |
| $Ca^{2+}$ | (mval/l) | 4,79 | 4,91 | 5,40 | 4,91 | 4,91 | 4,79 | 5,03 | 5,16 | 5,16 | 4,91 |
| $Mg^{2+}$ | (mval/l) | 1,07 | 0,99 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,04 | 1,14 | 1,19 | 1,00 | 0,96 |
| $Na^+$ | (mval/l) | 0,51 | 0,37 | 0,37 | 0,35 | 0,37 | 0,34 | 0,37 | 0,45 | 0,35 | 0,39 |
| $K^+$ | (mval/l) | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Gesamt-Fe | (mg/l) | 23,27 | 10,74 | 11,09 | 65,52 | 19,91 | 16,62 | 6,00 | 4,50 | — | 3,32 |
| $NH_4^+$ | (mg/l) | 0,98 | 0,32 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,15 | 0,15 | 0,12 | 0,15 |
| $NO_2^-$ | (mg/l) | 0,03 | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. |
| $NO_3^-$ | (mg/l) | 0,27 | 0,09 | 0,09 | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. | n. n. |
| $PO_4^{3-}$ | (mg/l) | 0,01 | n. n. | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | n. n. |

wirklichen Grundwasserchemismus im Pegelrohr nur kurzes Abpumpen notwendig ist.
Ein etwa zweimaliges Erneuern der im Pegelrohr stehenden Wassersäule ist ausreichend.
Das im Filterrohr stehende Wasser hat einen höheren *p*H-Wert als das unbeeinflußte Grundwasser. Der *p*H-Anstieg erklärt sich mit einem $CO_2$-Verlust über das Pegelrohr.
Durch den $CO_2$-Austrag tritt unter Berücksichtigung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts ein $Ca^{2+}$- und $HCO_3^-$-Ionendefizit im Filterbereich auf.
Für die untersuchten Grundwasserbeobachtungsrohre erwies sich ein dreimaliger Austausch des im Rohr stehenden Wasservolumens als sicher ausreichend, um auf die Kriterien $Ca^{2+}$, $HCO_3^-$- und *p*H-Wert zu untersuchen.
Die Gesamteisenkonzentration im Pegelrohr ist gegenüber der im natürlichen Grundwasser deutlich erhöht. Nach dem einmaligen Abpumpen der im Rohr stehenden Wassersäule steigt die Gesamteisenkonzentration schlagartig an und sinkt im Verlaufe des weiteren Abpumpens allmählich wieder ab.

Offensichtlich löst das mehr oder weniger metallaggressive Grundwasser das Stahlrohr an, wobei sich in Grundwasserfließrichtung eine Eisenfahne ausbildet. Mit der Ausbildung des Absenkungstrichters während des Abpumpens wird das gelöste Eisen wieder herangezogen. Dieser Sachverhalt war für alle durchgeführten Abpumpversuche typisch und ist um so deutlicher ausgeprägt, je niedriger die Grundwasserströmungsgeschwindigkeit ist. Für Grundwasserbeobachtungsrohre im Strömungsfeld von Wasserfassungsanlagen wurden niedrigere Eisenmaxima beobachtet. Wurden Pegelrohre im Abstand einiger Wochen wiederholt abgepumpt, waren nicht mehr so hohe Eisenmaxima wie während des vorhergegangenen Abpumpens zu beobachten. Während eines Abpumpversuches, dem ein kürzerer vorausgegangen ist, beobachtet man ungefähr nach dessen Zeitdauer einen Anstieg der Gesamteisenkonzentration. Diese sinkt bei Fortsetzung des Versuchs wieder ab. Wir versuchten, die notwendige Abpumpdauer zum Erhalt repräsentativer Eisenproben in Langzeitpumpversuchen zu ermitteln. Trotz 120maligem Austausch der im Pegelrohr stehenden Wassersäule konnte keine konstante Gesamteisenkonzentration erzielt

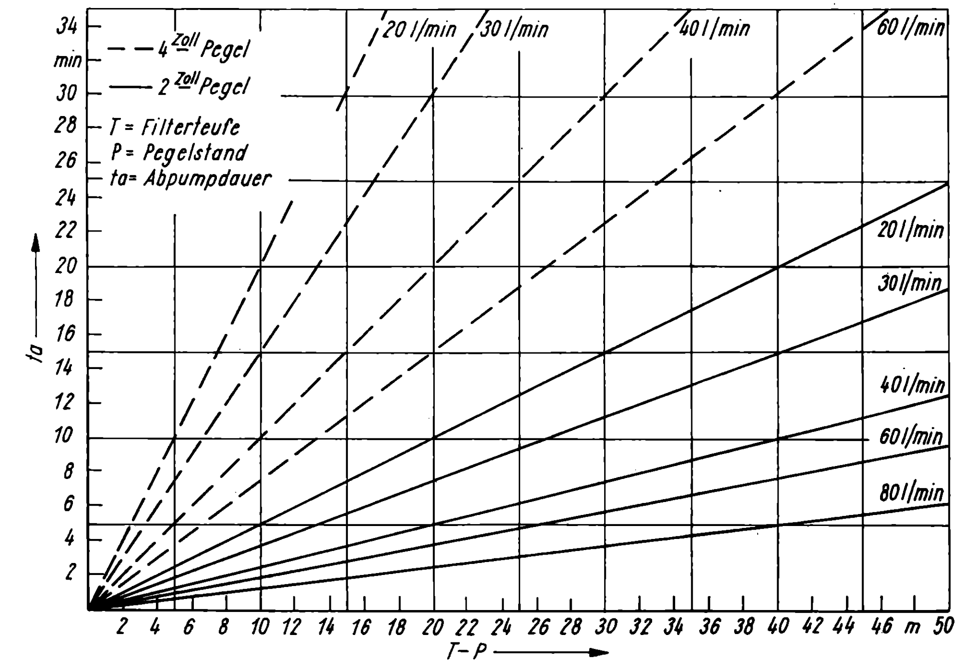



**Bild 1** Abpumpzeit für fünfmaligen Austausch der im Grundwasserbeobachtungsrohr stehenden Wassersäule mittels Pumpe SK 32/3

werden. Die zum Erhalt ungestörter Eisenproben notwendige Abpumpzeit liegt um Größenordnungen über der notwendigen Abpumpdauer für alle anderen Kriterien, so daß über die Beprobung von Stahlrohrgrundwasserbeobachtungspegeln mit vertretbarem Aufwand keine Aussage über den Gesamteisengehalt des Grundwassers gemacht werden kann.
Solche Proben sind aus Pegeln nur im Rahmen von Ergiebigkeitsuntersuchungen ökonomisch zu gewinnen.
Im stehenden Wasser des Pegelrohres finden sich niedrige $SiO_2$-Konzentrationen. Dies trifft selbstverständlich auch für den unmittelbaren Filterbereich zu. Die $SiO_2$-Konzentration steigt im Verlaufe des Abpumpens mit dem Absinken der Gesamteisenkonzentration an, was um so deutlicher ausgeprägt ist, je höher das Eisenmaxima ist. Beide Inhaltstoffe sind in engstem Zusammenhang zu sehen. Die Verringerung der $SiO_2$-Konzentration im Pegelbereich wird durch die Ausscheidung von Eisen(II)-silikat verursacht. Fünfmalige Erneuerung der stehenden Wassersäule hat sich als ausreichend erwiesen, um repräsentative $SiO_2$-Proben zu erhalten.
Selten im Grundwasser zu beobachtende höhere o-$PO_4^{3-}$-Konzentrationen werden wahrscheinlich im Filterbereich durch Eisenphosphatausfüllung (Vivianit) erniedrigt. Das im Schlammfang entsprechender Grundwasserbeobachtungsrohre lagernde Sediment ist außerordentlich reich an Phosphaten. Die o-$PO_4^{3-}$-Konzentration steigt parallel zur Verringerung der Gesamteisen-Konzentration während des Abpumpens an. Ein fünfmaliger Austausch der im Rohr stehenden Wassersäule liefert bereits repräsentative o-$PO_4^3$-Proben.
Eine Veränderung der organischen Grundwasserbelastung im Filterbereich ist nicht anzunehmen. Auf den Korrosionsschutzanstrich der Rohrinnenwand als mögliche Verunreinigungsquelle sei hingewiesen. Diese ist gering und mit Summenbestimmungsmethoden (CSV, BSB, TOC) quantitativ nicht faßbar.
Zu diesen Fragen sind jedoch weitere spezielle Untersuchungen erforderlich. Vorerst sollte auch zur Bestimmung organischer Kriterien fünfmal abgepumpt werden.
Viele analytische Verfahren werden durch hohe Eisenkonzentrationen gestört (z. B. $Al^{3+}$, $Pb^{2+}$, $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $S^{2-}$, $CO_2$-frei-Best.), deshalb wird unter Berücksichtigung der Abpumpversuche auf eine Abpumpdauer orientiert, bei der zumindest eine Eisen-

konzentration < 10 mg/l erreicht ist. In der Regel ist nach fünfmaligem Austausch der stehenden Wassersäule die 10-mg-Grenze unterschritten.

In Auswertung der vorgenannten Untersuchungen zum notwendigen Wasseraustausch in Pegelrohren vor Probenahme ergeben sich nachfolgende Hinweise und Empfehlungen:

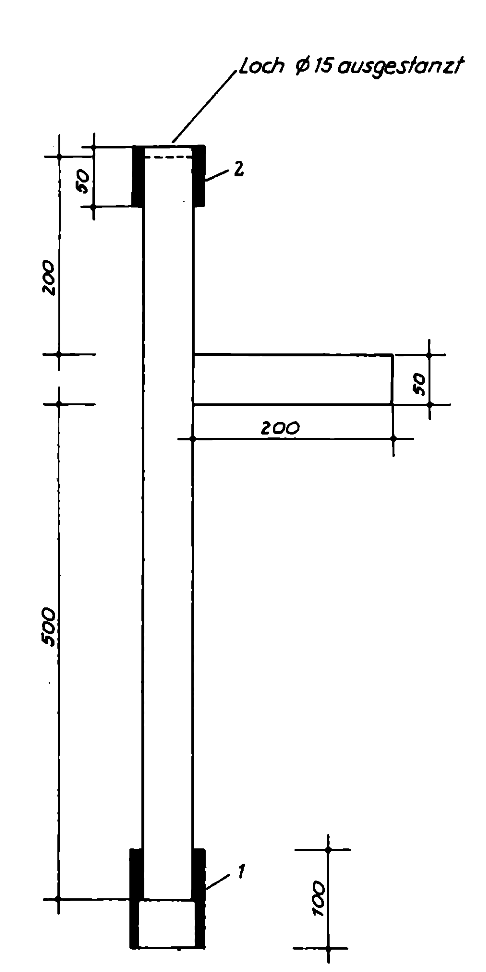
— Bevor Wasserproben aus Grundwasserbeobachtungsrohren gezogen werden, macht sich der fünfmalige Austausch der im Rohr stehenden Wassersäule erforderlich, falls Vollanalysen angefertigt werden sollen.

— Selbst nach über 100maligem Austausch der Wassersäule lassen sich aus Stahlrohrpegeln keine repräsentativen Eisenproben gewinnen.

— Untersuchungen auf Eisen sind nur im Rahmen von Abpumpversuchen zum Vorratsnachweis ökonomisch vertretbar.

— Die Ermittlung der konkret erforderlichen Abpumpzeit an Hand der Konzentrationsänderung eines Kriteriums während des Abpumpens (z. B. $Cl^-$) ist nicht möglich, weil daraus nicht auf andere Wasserinhaltstoffe geschlossen werden kann.

— Es wird darauf hingewiesen, daß die nach fünfmaligem Abpumpen abgefüllte Wasserprobe noch durch mineralische Partikel getrübt sein kann. Diese Trübung ist für die analytische Bearbeitung unproblematisch, wenn vor Beginn der Analyse filtriert wird. Das Grundwasser befindet sich in innigem Kontakt mit dem mineralischen Körper des Speichergesteins. Sein Chemismus ist eine Folge der Wechselwirkung Wasser-Gestein.




1, 2 NW50 Gummischlauch

**Bild 2** Aufsatzstück für Druckluftpumpe zum Einsatz an 2"-Pegeln

**Das eingesetzte Grundwasserprobenahmesystem**

*— Erneuerung der im Pegelrohr stehenden Wassersäule*

Grundwasserbeobachtungsrohre mit flachem Grundwasserspiegel wurden mittels dreistufiger Seitenkanalpumpe mit Benzinmotor abgepumpt. Im praktischen Einsatz konnten Saughöhen von 6 m sicher erreicht werden.
Die Pumpe (Typ SK 32/3) und der Benzinmotor (EL 150) sind auf einachsigem Fahrgestell montiert. Die Masse des Aggregats beträgt etwa 50 kg. Die Förderleistung bei Nenndrehzahl 1 450 $min^{-1}$ und Saughöhe 4 m liegt bei 40 l/min.
Die Pumpenwelle ist saugseitig durch einen Wellendichtring und druckseitig durch eine Sintermetallbuchse abgedichtet. Die Kraftübertragung vom Getriebe zur Pumpenwelle erfolgt mittels Hardey-Scheibe. An der Druck- und Saugseite sind auf die Rohranschlüsse 1"-Festkupplungen geschraubt. Diese ermöglichen den schnellen Anschluß von Schläuchen. Technische Daten des Benzinmotors:

| | |
|---|---|
| Arbeitsweise | Zweitakt-Umkehrspülung |
| Zylinderzahl | 1 |
| Bohrung | 56 mm |
| Hub | 58 mm |
| Hubraum | 143 $cm^3$ |
| Drehzahl | 3 000 $min^{-1}$ (Fliehkraftregelung) |
| Leistung | 2,6 kW bei 3 000 $min^{-1}$ |
| Verdichtung | 7,2:1 |

*Tafel 3* Beispiel für das verwendete Pegelstammblatt

**Brunnencharakteristik**

| | |
|---|---|
| Grundwassermeßstelle: | A-Dorf |
| Meßtischblatt: | 3644 |
| Kennziffer: | 1990 |
| errichtet: | 1970 |
| Lagebeschreibung: | Von A-Dorf nach B-Dorf, km 7,1, an der Straße rechts |
| Rechtswert: $45_{77700}$ | Hochwert: $57_{98430}$ |

Meßpunkthöhe (m NN): 33,2
Sohlentiefe von Meßpunkt ab gemessen (m): 40,2
Rohr über Gelände: 100 mm ∅ von 0,80 m bis 0,0 m
Vollrohr: 100 mm ∅ von 0,0 m bis 36,4 m
Filterrohr: 100 mm ∅ von 36,4 m bis 38,4 m
Schlammfang: 100 mm ∅ von 38,4 m bis 39,4 m
Filtermaterial: Stahlschlitzfilter, Tressengewebe Nr. 18

Grundwasserstände (cm):

| | max | m | min |
|---|---|---|---|
| 1976 | 190 | 200 | 230 |
| 1977 | 180 | 205 | 240 |
| 1978 | 190 | 200 | 220 |

Bemerkungen: 1. April 1980 beprobt

$$GWL = 10\ Ms^{Gme}_{Su}$$

läßt sich abpumpen

| | |
|---|---|
| Kraftstoffverbrauch | 2,3 l/h, VK 79 Gemisch 1:25 |
| Anwerfvorrichtung | Handhebelstarter |
| Tankvolumen | 3 l |

Als Saugleitung findet der mitgelieferte Spiralsaugschlauch Verwendung. Dieser läßt sich gut in 4"- bzw. 2"-Pegel einführen. Auf den Schlauchanschluß an das freie Rohrende des Pegels kann verzichtet werden, so daß Abdichtungsprobleme entfallen. Die für den fünfmaligen Austausch der Wassersäule notwendige Abpumpzeit läßt sich in Abhängigkeit von Filterteufe und Pegelstand für 2"- und 4"-Pegel mit Hilfe des Diagramms Bild 1 bequem ermitteln. Nach langer Standzeit der Pumpe oder bei großer Saughöhe treten Förderleistungen < 40 l/min auf. Die tatsächliche Pumpenleistung ist dann mittels Meßeimer zu ermitteln.
Voraussetzung für den effektiven Einsatz des Probenahmesystems war eine sorgfältige und griffbereite Dokumentation der zu beprobenden Grundwasserbeobachtungsrohre.
Die Mitnahme von Pegelstammblättern als Brunnencharakteristik (Tafel 3) in Klarsichtfolien hat sich gut bewährt und gibt schon vor der Probenahme Aufschluß über das einzusetzende Abpumpverfahren, die erforderliche Schlauchlänge, den Durchmesser und das Alter des Pegels sowie die Ausbildung des Grundwasserleiters.
Zum Abpumpen von Grundwasserbeobachtungsrohren mit tiefliegendem Grundwasserspiegel > 6 m findet eine Druckluftpumpe Anwendung. Der erforderliche Druckluftstrom wird durch eine fahrbare Verdichteranlage mit Benzinmotor erzeugt. Die Anlage ist über den VEB Maschinenbauhandel zu beziehen. Sie ist mit einem Kompressorenregelventil ausgerüstet, das das Saugventil beim Erreichen des Enddrucks (8 atm) offenhält. Die Drucklufterzeugung wird somit unterbrochen, bis der Luftdruck im Kessel auf rund 6 atm abgefallen ist. Hiernach schaltet das Regelventil auf den Lastlauf des Verdichters um.
Technische Daten des Verdichters:

| | |
|---|---|
| Typ | AHS1-40/70-Vcl: BRFB |
| Zylinderzahl | 1 |
| Kolben | 40 mm |
| Hub | 70 mm |
| Drehzahl | 2 000 $min^{-1}$ |
| Hubvolumen | 308 l/min |
| Förderstrom | 10 $m^3/h$ |
| Behälterinhalt | 125 l |
| Kupplungsleistung | 1,65 kW |
| Länge | 1 500 mm |
| Breite | 600 mm |
| Höhe | 1085 mm |

Funktionsprinzip der Druckluftpumpe:
Durch ein Aufsatzstück (Bild 2) wird ein Druckluftschlauch NW 8 in das 2-Zoll-Pegelrohr hinabgelassen und Luft direkt in das Grundwasserbeobachtungsrohr eingeblasen.
Das sich bildende Luft-Wasser-Gemisch steigt nach oben und kann über den seitlichen Anschluß des Aufsatzstückes abfließen. Bei einem Verhältnis von Eintauchtiefe zu Förderhöhe von 1:1 beträgt die Förderleistung 35 l/min, bei 1,4:1 werden 50 l/min Wasser gefördert. Der Druckluftstrom der Verdichteranlage (10 $m^3/h$) ist nicht ausreichend, um an 4"-Pegeln bei

*Tafel 4* **Luftbedarf zur Förderung von 3 l Probenwasser mittels Membranpumpe in Abhängigkeit von der Entnahmetiefe**

| Teufe (m) | Luftbedarf (Normaldruck) (l) |
|---|---|
| 10 | 12,2 |
| 20 | 23,6 |
| 30 | 38,9 |
| 40 | 57,8 |
| 50 | 80,4 |

einem Verhältnis von Eintauchtiefe zu Förderhöhe von 1:1 durch direktes Einblasen der Luft eine Förderung zu erzielen. Zu dieser kommt es erst ab einem Verhältnis von 1,5:1.

Die Eintauchteufe ist durch die Pegelteufe begrenzt. Um eine breite Anwendung der Druckluftpumpe zu gewährleisten, wird der Querschnitt der Förderleitung verkleinert, indem ein 1″-Schlauch bis zur gewünschten Einblasteufe hinabgelassen wird.

Das Luft-Wasser-Gemisch bildet sich dann in einer Mischdüse (Bild 3) und steigt im 1″-Schlauch nach oben. Für Eintauchtiefe gleich Förderhöhe wird eine Förderleistung von 30 l/min erzielt.

Die Druckluftreserve des 125-l-Kessels ist ausreichend, um 15 m Wassersäule im 4″-Rohr fünfmal zu erneuern.

— *Grundwasserprobenahme*

Wird kein Wert auf eine exakte Bestimmung des Gehalts an freier Kohlensäure, der Leitfähigkeit und des pH-Wertes gelegt, genügt es, beim Abpumpen mit der Seitenkanalpumpe die Wasserprobe nach fünfmaligem Austausch der stehenden Wassersäule am Pumpenauslauf abzufüllen. Zur Bestimmung der Nährstoffe und Salzkriterien werden Polyäthylenflaschen geeigneter Größe vorsichtig bis zum Überlauf gefüllt und gut verschlossen. Zur Bestimmung organischer Kriterien sind Glasflaschen geeigneter Größe abzufüllen.

Das durch die Druckluftpumpe geförderte Wasser ist auch nach fünfmaligem Austausch der im Rohr stehenden Wassersäule kaum für Untersuchungszwecke geeignet. Durch die intensive Belüftung kommt es zu einem bedeutenden Kohlensäureaustrag und als dessen Folge zur Kalziumkarbonatausfällung, pH-Werterhöhung, Änderung der Leitfähigkeit, des SBV, des Redoxpotentials, des Sauerstoffgehalts, des $H_2S$-Gehalts und zur Ausfällung von Schwermetallen sowie zur Konzentrationsänderung weiterer Inhaltstoffe infolge einer Adsorption an die ausfallenden Präzipitate.

I Schlauchanschluß (Druckluft)
II Schlauchanschluß (Förderschlauch)

**Bild 3** Mischdüse für Druckluftpumpe zum Einsatz an 4″-Pegeln

Nach Abpumpen mit der Druckluftpumpe erfolgt die ungestörte Probenahme mit einer Membranpumpe (Bild 4) aus dem Filterbereich, auf alle Fälle jedoch 1—2 m unter der Einblasteufe.

Durch Aufblasen und Entlüften eines Gummibalges wird Wasser in eine Steigleitung gedrückt bzw. strömt Wasser in den zylindrischen Pumpenkörper nach. Der Rücklauf des schon geförderten Wassers und das Ausströmen aus dem Zylinder werden jeweils durch Kugelventile unterbunden. Aufblas- und Entlüftungstakt werden mittels Dreiwegehahn von Hand geschaltet.

Der Arbeitsdruck ergibt sich aus der manometrischen Förderhöhe plus 380 Torr Überdruck. Als Förder- und Druckluftleitung findet ein Druckluftschlauch NW 4 Verwendung. Die beiden Schläuche werden zusammengebunden und markiert auf einem Schlauchwagen transportiert. Alle 5 m befinden sich Schlauchkupplungen. Je nach Entnahmeteufe werden entsprechend viele Stücke des Doppelschlauches abgerollt.

Während eines Aufblastaktes fördert die Pumpe 200 ml Probewasser. In der Minute lassen sich etwa fünf Aufblastakte schalten. In obenstehender Tafel 4 ist der Luftbedarf zur Förderung von 3 l Probewasser in Abhängigkeit von der Probenahmeteufe angegeben.

Wird Wert auf eine exakte Ermittlung des pH-Wertes, der Leitfähigkeit und des $CO_2$-frei-Gehalts (u. a.) des Grundwassers gelegt, sollte die Beprobung auch nach dem Abpumpen mittels Kreiselpumpe mit Hilfe der Membranpumpe erfolgen, wobei hierfür alles bisher Geschriebene gilt.

Die beschriebene Membranpumpe wurde in der WWD Oder—Havel entwickelt und für rund 250 Mark in einer mechanischen Werkstatt angefertigt.

4″-Pegel ermöglichen auch das Schöpfen von Wasserproben aus beliebiger Teufe.

Gute Erfahrungen konnten mit einem modifizierten Ruttner-Schöpfer gesammelt werden. Er wurde unter Verwendung von Piacrylrohr ($d_a = 55$ mm) in einer 500 mm langen Ausführung durch einen Handwerksbetrieb für 500 Mark angefertigt. Mit einmaligem Schöpfen läßt sich ein Liter Probewasser gewinnen.

Eine größere Anzahl Grundwasserbeobachtungsrohre im Direktionsbereich der WWD Oder-Havel wurde auf ihre Eignung zur Grundwasserprobenahme untersucht.

Um dafür geeignet zu sein, müssen sie sich abpumpen lassen, zugänglich sein, es dürfen auch keine solchen Querschnittsverengungen innerhalb des Rohres auftreten, die eine Einführung der beschriebenen Probenahmetechnik verhindern. Letzteres trat z. T. infolge unsauberer Schweißnähte, Rohrverbiegungen, Quetschungen und Abscherungen an 2″-Pegeln im Direktionsbereich auf.

Von den 77 untersuchten Grundwasserbeobachtungsrohren sind etwa 60 Prozent zur Grundwasserbeprobung geeignet.

Untersucht wurden im Zeitraum von 1962 bis 1975 gesetzte Pegel. Die Abpumpbarkeit

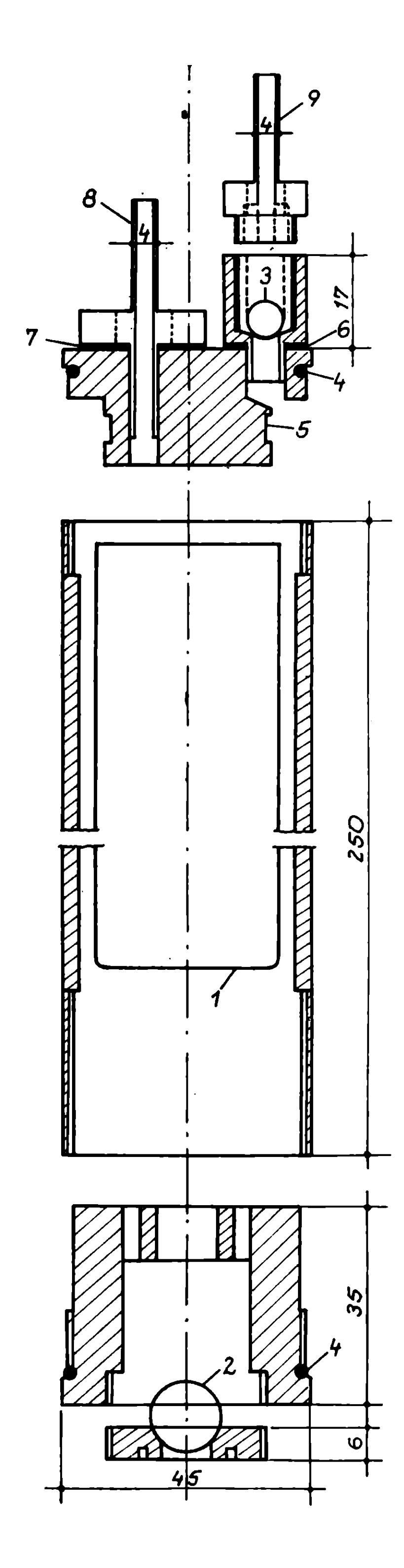


**Bild 4** Membranpumpe für die Probenahme aus Grundwasserbeobachtungsrohren

1 — Gummibalg, 2 — Kugel ∅ 12, 3 — Kugel ∅ 6, 4 — Rundring, 5 — Nut f. Schlauchband, 6/7 — Scheiben, 8/9 — Schlauchanschlüsse (NW 4)

vor allem flacher Pegel nimmt mit dem Alter nachweisbar ab. Nur 50 Prozent der in nicht geringer Teufe verfilterten Grundwasserbeobachtungsrohre (< 12 m), ließen sich noch abpumpen.

An 8 Prozent der untersuchten Pegel zeigten sich Schäden. Die Filterrohre waren entweder versandet oder die Vollrohre verbogen bzw. zugesetzt.

Weitere 14 Prozent der Pegel konnten auf Grund der zu niedrigen stehenden Wassersäule im Rohr nicht abgepumpt werden und eignen sich deshalb nicht zur Beprobung nach dem dargestellten Entnahmesystem.

Schließlich ließen sich 18 Prozent der Pegel nicht abpumpen, weil der GWL zu feinsandig ausgebildet oder das Filterrohr verokkert war. Von den zur Grundwasserprobenahme geeigneten Pegeln sind heute auf Grund landschaftsgestaltender Maßnahmen der Land- und Forstwirtschaft 5 Prozent nur noch erschwert zugänglich.

Die untersuchten Grundwasserbeobachtungsrohre befinden sich in den unterschiedlichsten, für den nördlichen Teil der DDR typischen pleistozänen und postglazialen Landschaftsformen Talsandgebiet, Grund- und Endmoräne sowie Sander. Sie sind im Teufenbereich von 10 m bis 100 m verfiltert worden. Eine Abhängigkeit der Eignung für die Probenahme von der Morphologie des Gebietes existiert nur insofern, daß in den Endmoränengebieten teilweise sehr tiefliegende Grundwasserspiegel anzutreffen sind und somit die durch die Filterteufe festgelegte maximale Eintauchteufe nicht ausreicht, um mit der Druckluftpumpe Förderung zu erzielen. Da die untersuchten Grundwasserbeobachtungsrohre außerdem im Rahmen von sieben verschiedenen hydrogeologischen Erkundungsprojekten abgeteuft wurden, glauben wir, daß diese Zahlen repräsentativ sind. Bei der Planung eines qualitativen Grundwasserbeobachtungsnetzes im Lockergesteinsbereich der DDR dürften sie wichtige Anhaltspunkte über die Möglichkeit der Einbeziehung existierender Grundwasserbeobachtungsrohre geben.

### Zusammenfassung

In Auswertung von Untersuchungen werden Möglichkeiten zur Entnahme repräsentativer Grundwasserproben für die chemische Analyse aus bestehenden Pegelrohren dargelegt. Die Notwendigkeit des mindestens fünfmaligen Wasservolumenaustausches im Pegelrohr wird begründet und die Entnahmetechnik beschrieben.

### Literatur

/1/ *Albrecht, H.:* Anwendung von Grundwasserleitermodellen (GLM) als Intensivierungsmaßnahme in der Wasserwirtschaft. WWT **30** (1980) 6

/2/ *Samarina, V.:* Gidrochimiceskoe oprobovanie podzemnych vod (Die hydrochemische Probeentnahme bei Grundwasser). Leningrad, Univ. 1958 (russ.)

/3/ *Müller, G.:* Anforderungen an die Grundwasserbeobachtung und deren Standardisierung in der DDR. WWT **29** (1979) 12

/4/ Abschlußbericht zur Neuerervereinbarung 11/79 „Entwicklung eines Grundwasserprobenahmesystems". WWD Oder—Havel (unveröffentlicht)

/5/ TGL 2397 Blatt 3: Hydrogeologie, Probenahme, Probenvorbereitung Wasser

/6/ TGL 24354/01: Grundwasserbeobachtung, Grundwasserbeobachtungsrohr



## Tagungen

*(Fortsetzung von S. 425)*

den. Die Thematik des Symposiums ist dabei ein entscheidendes Kettenglied. Sie wurde in dieser Form erstmalig auf einer repräsentativen internationalen Kongreßveranstaltung behandelt. Folgende Themenkomplexe standen auf der Tagesordnung:

A — Ingenieurmäßige Gesichtspunkte von Flußbau-Projekten
B — Konstruktionsmethoden unter besonderer Berücksichtigung der Anwendung neuer Technologien und Materialien
C — Entwurfsprobleme und -methoden in Beziehung zu neuen Technologien
D — Hydraulische und hydrologische Forschungsprobleme, die aus neuen Erfordernissen erwachsen.

Zu dem Symposium waren insgesamt 50 Beiträge aus 23 Ländern fast aller Erdteile eingereicht worden, davon 18 aus sozialistischen Staaten. Aus der DDR wurden folgende zwei Beiträge übergeben:

1. *Baterau, Ch.* (VEB Baugrund Berlin), *Engelke, G.*, und *Lattermann, E.* (TU Dresden):
„Der Einfluß der charakteristischen Werte von hochpolymeren Materialien auf deren Anwendung sowie die Bautechnologie im Fluß- und Kanalbau"
2. *Fröhlich, J.*, und *Glazik, G.*, (FAS):
„Hydraulische Untersuchungen bezüglich der Entwicklung und Anwendung einer neuen produktiven Technologie für den Bau von Buhnen aus Stahlbetonspundbohlen".

Am Symposium nahmen fast 200 Vertreter aus Wissenschaft und Praxis teil. Die DDR war mit zwei Teilnehmern — Doz. Dr. sc. techn. *Rückert* von der Sektion Ingenieurbau der TH Leipzig sowie Dr.-Ing. *Glazik* von der Forschungsanstalt für Schiffahrt, Wasser- und Grundbau, Berlin (FAS) — vertreten. Die zu den vier Themenkomplexen eingereichten Beiträge liegen in englischer Sprache bei den beiden genannten Institutionen vor. Dem Vertreter der FAS, die korporatives Mitglied der IAHR ist, wurde durch das Organisationskomitee die Tagungsleitung zur Themengruppe C „Entwurfsprobleme und -methoden in Beziehung zu neuen Technologien", in welche auch die beiden Beiträge aus der DDR eingeordnet waren, übertragen. Im Rahmen des Symposiums wurde im Kongreßgebäude eine Ausstellung von Plaste-Textilien gezeigt, die von jugoslawischen Firmen für den Einsatz im Wasser- und Tiefbau produziert werden. In einem Seminar „Technologie neuer Materialien" wurde die Herstellung und Anwendung dieser Textilien von Vertretern der ausstellenden Firmen — unterstützt durch informative Filme — erläutert.

Das Symposium vermittelte eine repräsentative Übersicht. Über den Erhalt unmittelbarer Detailkenntnisse hinaus ist besonders die Gewinnung eines Überblicks über den neuesten internationalen Entwicklungsstand und -trend unter besonderer Berücksichtigung neuer Baustoffe sowie damit verbundener hydraulischer und hydrologischer Forschungsaufgaben wichtig.

Zusammenfassend werden folgende Tendenzen hervorgehoben:

- Die Anwendung sowohl hydraulischer (physikalischer) als auch mathematischer Modelle zur erkenntnismäßigen Durchdringung der Flußbettprozesse als Grundlage fundierter Projekte zur komplexen Nutzung der Wasserressourcen ist zu verstärken.
- Im Wasser- und allgemeinen Tiefbau, einschließlich Verkehrsbau, sind sogenannte Plaste- bzw. Geotextilien einzusetzen. Diese neuen Baumaterialien und die damit im Zusammenhang entwickelten neuen Bautechnologien sind international seit Jahren immer umfangreicher eingesetzt worden, da sie eine ganze Reihe von Vorteilen bieten:
  - Steigerung der Arbeitsproduktivität
  - Mechanisierung der Bauproduktion (Einsparung von Arbeitskräften, Verminderung körperlich schwerer manueller Arbeiten)
  - Einschränkung von Transporten
  - z. T. auch bessere Funktionstüchtigkeit der Bauwerke.
- Vom Organisationskomitee wurde zum Abschluß des Symposiums eingeschätzt, daß ein größerer Teil der eingereichten Beiträge leider nur allgemeine Probleme der Flußhydraulik behandelt und die angestrebte komplexe hydraulische und bautechnische Betrachtungsweise vermissen ließ. Von den Beiträgen aus der DDR konnte festgestellt werden, daß sie voll dem Anliegen des Symposiums entsprachen. Es wurde anerkennend hervorgehoben, daß dabei auch ökonomische Vergleiche erfolgten.
- Das Organisationskomitee brachte ferner zum Ausdruck, daß es entsprechend der formulierten Thematik mit mehr Beiträgen aus hydrologischer Sicht gerechnet hat. Sowohl zur effektiven Nutzung der begrenzten Wasserressourcen als auch für den zweckmäßigen Einsatz von Baukapazitäten ist eine stärkere Hinwendung der Hydrologie (sowohl in der Forschung als auch beim Routine-Meßdienst) zu flußbaulichen Problemen zu fordern.

In diesem Zusammenhang sei auf den Bericht von *Dyck* und *Rachner* über die IV. Allunionskonferenz für Hydrologie in Leningrad in WWT **24** (1974) 5, S. 175, verwiesen, in dem sie gleich im ersten Punkt der Auswertung feststellten, daß das Gebiet der Hydrologie in der UdSSR weiter gefaßt wird als in der DDR und u. a Fragen der Flußbettprozesse einschließt.

Der Bericht über das Symposium soll nicht schließen, ohne die gute Organisation durch die Gastgeber hervorzuheben. Mit dem 1977 eingeweihten modernen Sava-Kongreßzentrum waren beste Voraussetzungen für die Abwicklung der Veranstaltungen gegeben. Abgerundet wurde das Symposium durch verschiedene Besichtigungen.

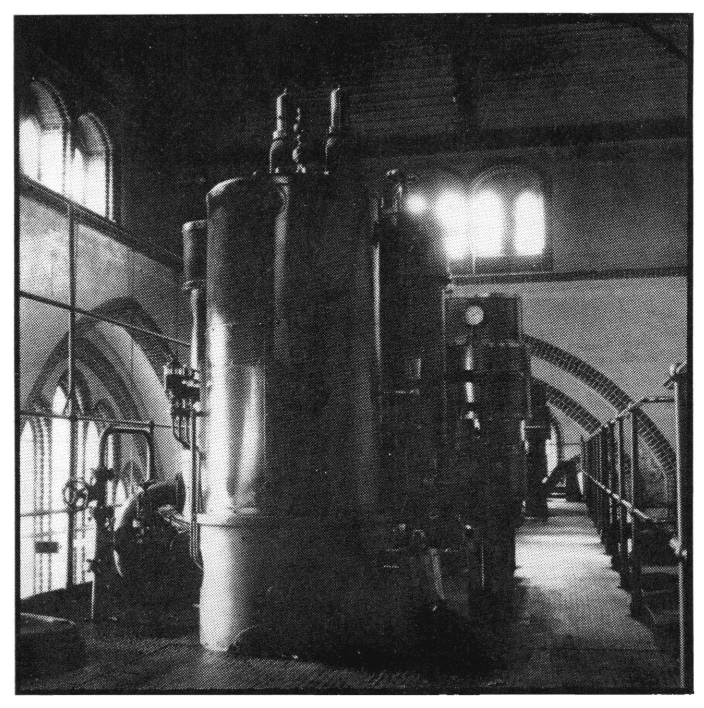


Bild 1 Stehende Kolbendampfmaschine, obere Bedienungsplattform

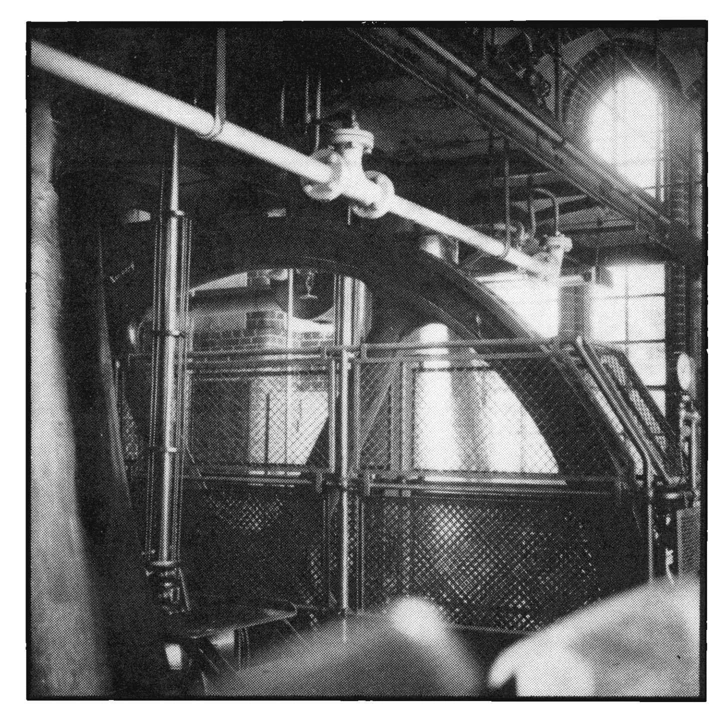


Bild 2 Schwungrad

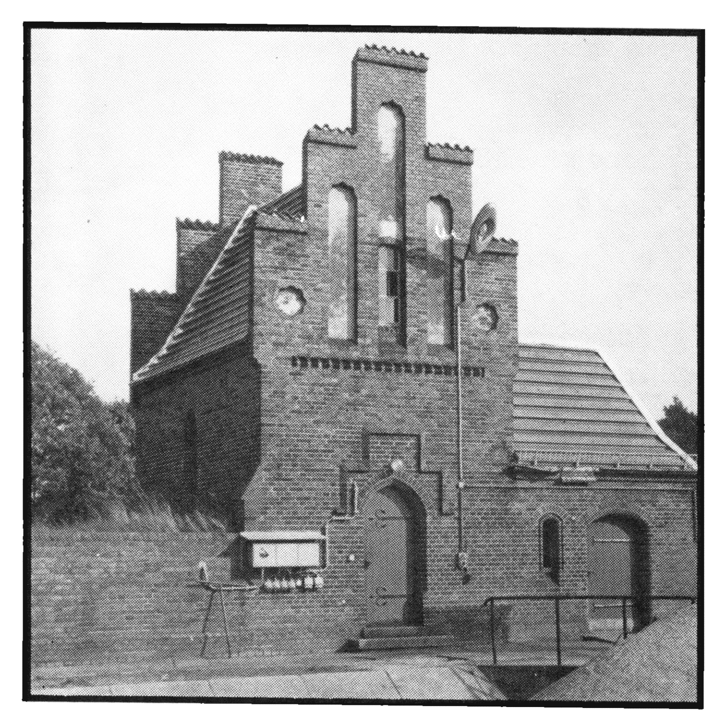


Bild 3 Filterhaus

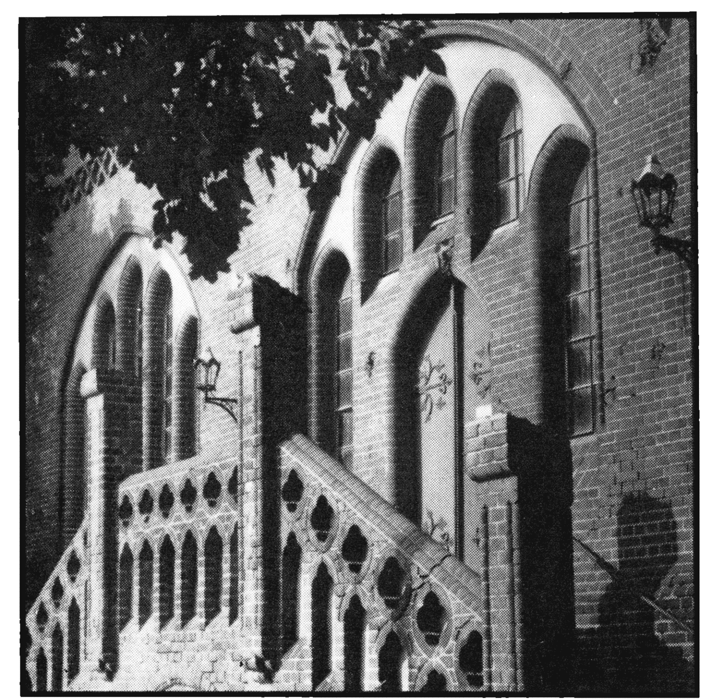


Bild 4 Treppe eines Schöpfmaschinenhauses

## Ein Wasserwerk wird Denkmal der Produktionsgeschichte

Eine gemeinsame Festlegung des Ministeriums für Kultur der DDR und des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft vom Juli dieses Jahres sieht vor, Arbeiten am Wasserwerk Berlin-Friedrichshagen als Denkmal der Produktionsgeschichte in Angriff zu nehmen. Danach wird ein Teil des Wasserwerkes auf der Schöpfseite, u. a. die Maschinenhäuser A, B und C, unter Denkmalschutz gestellt! Es ist bereits vom Institut für Denkmalpflege als Objekt in die zentrale Denkmalliste aufgenommen worden.

Der VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Berlin wurde vom Ministerium beauftragt, in Abstimmung mit dem Institut für Denkmalpflege ein Programm zur inhaltlichen und zeitlichen Realisierung dieses Vorhabens auszuarbeiten. Ziel dieses Programms ist die Sicherung bzw. Wiederherstellung der baulichen Substanz unter Berücksichtigung der architektonischen Gestaltung, die Sicherung des maschinenbautechnischen Teils und darüber hinaus die Erfassung und Sicherstellung aller wertvollen historischen Anlagenteile, Zeichnungen, Modelle, Gerätschaften, Bilddokumente und vieles andere mehr.

In der Gesamtkonzeption ist vorgesehen, das 1893 in Betrieb gegangene Objekt, welches um die Jahrhundertwende dem wissenschaftlich-technischen Höchststand entsprach, zu erhalten, als Denkmal für Produktionsgeschichte zu erschließen und durch Einrichtung eines Technischen Museums der Wasserwirtschaft der DDR zu vervollständigen (siehe auch unser Titelbild).

Fotos: U. Wüst

H.-J. Seibt

Index 33 803